Universidad Americana
Facultad De Ingeniería

"DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB BASADA EN ARQUITECTURA DE N-CAPAS, UTILIZANDO HERRAMIENTAS CASE Y AJAX, E INTEGRACIÓN CON EL SISTEMA EXACTUS IMPULSO PARA EL PROCESO DE SOLICITUD DE MATERIALES DE LA EMPRESA COMASA"

Br. Raúl Javier Madriz Cano

Monografía para optar al grado de
Ingeniero en Sistemas

Tutor:

Ing. Raúl Madriz Miranda, MSc.

Managua, Nicaragua diciembre 2007

DEDICATORIA

A mis padres, mi hermano y mis abuelitos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por tantas bendiciones y oportunidades.

A mis padres, por su ejemplo de disciplina, perseverancia y responsabilidad: por brindarme apoyo y comprensión incondicional.

A mis abuelitos, por ser mi guía, mi ejemplo y mi soporte inigualable.

A Sara Elena, por su inimaginable apoyo, comprensión, motivación y ser mi universo.

A la empresa Comasa: Ing. Del Carmen, Ing. Méndez y a todo el personal de los diferentes departamentos administrativos y productivos, por la su valiosa colaboración para la elaboración de la investigación.

A mi tutor, por su ejemplo de profesionalismo y por enseñarme a dar lo mejor de mí.

A todos aquellos que hicieron posible la confección y elaboración de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. Introducción

El entorno nicaragüense está cada vez más integrado a una economía mundial globalizada, tanto por la tecnología, medios de transporte y de comunicación; así como por los tratados comerciales internacionales. Dicho entorno, se vuelve cada día más demandante de productividad y competitividad en prácticamente todos los órdenes de la economía. Dentro de este contexto, las empresas nacionales están obligadas a tomar medidas para optimizar sus procesos y minimizar sus costos para poder estar al nivel de los grandes y exitosos comercios mundiales. Algunas de estas medidas involucran el uso de tecnologías de información, donde se destacan los sistemas informáticos, los cuales proporcionan una herramienta de automatización y optimización para los procesos de las empresas y como consecuencia elevan el nivel de calidad de los mismos y sus productos y/o servicios.

Para las empresas exportadoras/agrícolas de capital nicaragüense, es primordial la adopción de sistemas de información que faciliten la gestión de las operaciones diarias, con el fin de optimizar el uso de los recursos requeridos por los procesos. Un ejemplo de estas empresas es Comercializadora de Maní S.A. (Comasa). Esta organización inicia su actividad productiva y de comercialización de maní en 1983. Actualmente, se dedica al acopio, procesamiento, almacenamiento y exportación de maní a doce países del mundo.

En Comasa se han ejecutado diariamente una gran cantidad de procesos operativos entre los cuales se encuentra el de Solicitud de Materiales, el cual fue formalizado desde el año 2001. El objetivo de este proceso, es satisfacer la necesidad de materiales que sirven de insumo para los otros procesos administrativos y productivos que se ejecutan en los Centros de Costos de la empresa. Éstos últimos, son unidades organizacionales que involucran plantas de producción, oficinas administrativas y sus respectivos departamentos. Actualmente existen alrededor de diecinueve Centros de Costos con 74 departamentos en total. La mayoría están ubicados en Chinandega y los demás, en Managua.

El Proceso de Solicitud de Materiales está compuesto por una serie de fases o actividades que van desde la emisión del documento de solicitud de materiales, en el cual

se detallan los artículos requeridos, hasta la entrega de estos artículos al solicitante. Los materiales solicitados deben ser suplidos por las bodegas de la empresa o bien, si no se encuentran en inventario, deben pasar por un proceso de compras hasta ser entregados por el proveedor respectivo en las bodegas, para su posterior suministro al solicitante.

Para el mismo año en el cual se instauró el Proceso de Solicitud de Materiales, los empleados de la empresa empezaron a elaborar solicitudes de materiales de manera escrita en papel y sin ninguna estructura definida. Por ende, este proceso carecía de un control efectivo y ágil para su gestión, ya que se ejecutaba de manera manual sin la ayuda de un sistema de información; únicamente los procesos de compra y de inventario (bodegas) empezaron a automatizarse por el Sistema de información ERP Exactus Impulso®, el cual fue adquirido e implantado en el año 2003. La ineficiencia del Proceso de Solicitud de Materiales se debía en gran medida a los siguientes factores:

- Las solicitudes de materiales eran elaboradas a mano utilizando un formato pre-impreso, en el cual comúnmente el solicitante detallaba materiales con descripciones ambiguas, lo que provocaba retrasos en la atención a éstas solicitudes al momento de ser suplidas por las bodegas.
- Las solicitudes eran recolectadas por un conductor que se ajustaba a recorridos programados durante el día por cada Centro de Costos. En ciertas ocasiones, esta recolección puede tomar mucho tiempo en llevarse a cabo, debido a las distancias entre los Centros de Costos, lo que atrasa la labor diaria dentro de la empresa por la falta de disponibilidad de los materiales requeridos.
- Para dar seguimiento a las solicitudes de materiales, el solicitante tenía que hacer llamadas telefónicas para comunicarse con el personal de bodega o de compras, en caso de que el Centro de Costos del solicitante no posea su propia bodega localmente. Esto generaba gastos significativos en comunicación y esfuerzo humano para la empresa.

Conjuntamente, una vez que se autorizaban las solicitudes de material no disponible en bodega, los solicitantes tenían que comunicarse al Departamento de Bodega y Compras para conocer si el material ya había ingresado a bodega y en caso contrario, tenía que realizar otra llamada telefónica para saber el estado de su solicitud. De este modo, el

Proceso de Solicitud de Materiales manual ocasionaba grandes acumulaciones de papelería, por lo que el personal de bodega y de compras invertía demasiado tiempo y energía en la búsqueda de las solicitudes para conocer su estado. Aún con la implantación del Sistema Exactus, los solicitantes jugaban un papel pasivo dentro del proceso, puesto que su único trabajo era emitir la solicitud y recibir el producto. Ellos no contaban con un mecanismo que les permitiera monitorear en tiempo real el estado de sus solicitudes, sin afectar el trabajo del personal de bodega o de compras.

Todo lo anterior ocasionó que el Departamento de Bodega y Compras colapsara por los *cuellos de botella* que se presentaban a lo largo del Proceso de Solicitud de Materiales.

De la misma forma, la administración incorrecta y el uso de prácticas inadecuadas para realizar solicitudes tenían consecuencias graves, tanto a nivel interno como externo. Debido a esta situación, la imagen corporativa de Comasa se veía afectada; puesto que en muchas ocasiones, los materiales que sirven de insumo para la producción no estaban disponibles en inventario (por deficiencia en la planificación de las solicitudes) y esto ocasionaba retrasos en la entrega de los productos al mercado. Por consiguiente, los objetivos organizacionales no se cumplían correctamente y frecuentemente las metas establecidas no eran alcanzadas en tiempo y forma.

Para dar solución a la problemática mencionada anteriormente, Comasa necesitaba un Sistema de Información (programa o aplicación informática) que facilitara agilizar y controlar efectivamente el Proceso de Solicitud de Materiales; buscando disminuir los recursos económicos, comunicación y esfuerzo humano, para contribuir al desarrollo eficiente de las actividades dentro de la empresa. Como consecuencia, cumpliría exitosamente los objetivos organizacionales y obtendría beneficios considerables en la labor administrativa y productiva de Comasa.

Comasa es la empresa donde se realizó la presente investigación cuyo propósito es darle respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cómo una Aplicación Informática, que permita gestionar y controlar el proceso de solicitud de materiales, contribuirá a aumentar la eficiencia y eficacia de las operaciones de Comasa?

Por medio de la investigación, se desarrolló e implantó en Comasa la Aplicación Web de Solicitud de Materiales (*Solmat* de ahora en adelante), la cual está integrada al Sistema Exactus Impulso y está basada en una Arquitectura de N-Capas. Este sistema fue desarrollado utilizando Herramientas Case (Ingeniería de Software Asistida por Computadora) e incorpora tecnología de vanguardia tal como Ajax (XML y Javascript Asíncronos).

Mediante la implantación del Solmat se redujeron en un 28.57% la cantidad de subprocesos de Proceso de Solicitud de Materiales y se automatizaron 75% de estos subprocesos. Asimismo, la carga de trabajo del personal involucrado disminuyó en un 46.15%, ya que se realizarán menos actividades que las que se ejecutaban sin utilizar el Solmat. Asimismo, el personal del Departamento de Bodega y Compras tendrá mayor disponibilidad de tiempo para enfocarse en sus labores centrales, debido a que los solicitantes por sí mismos pueden consultar el estado de sus solicitudes en el Solmat.

Al mismo tiempo, los solicitantes tienen la capacidad de gestionar *en línea* con mayor agilidad y facilidad sus solicitudes, eliminando la redundancia de las descripciones del material solicitado, debido al uso de una base de datos relacional normalizada. Por lo tanto, se dejará de gastar innecesariamente en papelería de formatos preimpresos de solicitudes de materiales y en otros recursos.

Además, se aumentará en un 74% la cantidad de solicitudes que podrán ser atendidas mensualmente por el personal de Bodega y Compras. Esto permitirá que el proceso de producción de maní disponga, en el momento preciso, de los insumos necesarios para lograr un incremento del 2.5% en la producción; igualmente, los proyectos que se ejecuten dentro de la empresa no incurrirán en gastos adicionales para poder ser finalizados a tiempo.

Otro aspecto relevante para mejorar el control del Proceso de Solicitud de Materiales, es que con el Solmat se podrá evaluar el rendimiento del personal del Departamento de Bodega y Compras, en cuanto a la agilidad de la atención de las

solicitudes de materiales, dada la existencia en el sistema de indicadores del tiempo que toma cada una de las fases definidas para el proceso.

Puesto que el Sistema Exactus es utilizado en el resto de empresas del Grupo Comasa será posible que el Solmat pueda ser reutilizado e implantado en ellas sin ningún costo adicional. De esta manera, existirá mayor transparencia en la auditoría de las transacciones contables de estas empresas, ya que podrá ser posible mostrar la solicitud de materiales que originó *cualquier* compra o salida de bodega.

II. Objetivos

II.1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación Web integrada con el Sistema Exactus Impulso para la gestión y el control efectivo del proceso de solicitud de materiales en la empresa Comercializadora de Maní, S.A. (COMASA).

II.2. Objetivos específicos

1. Determinar los requerimientos para el desarrollo de la aplicación Web mediante el análisis del proceso de solicitud de materiales y su interacción con el Sistema Exactus Impulso.

2. Realizar un análisis costo-beneficio, considerando los recursos económicos y tecnológicos disponibles en el negocio, para determinar la viabilidad económica de la implantación de la aplicación Web de Solicitud de Materiales.

3. Desarrollar una aplicación Web basada en arquitectura de N-Capas, haciendo uso de Herramientas Case y Ajax, e integrada con el Sistema Exactus Impulso; que permita gestionar y controlar de manera efectiva el proceso de solicitud de materiales en la empresa.

4. Efectuar pruebas de aceptación con la aplicación Web de Solicitud de Materiales, con el objeto de validar los requerimientos de los usuarios.

III. Marco Teórico

III.1. Ingeniería de Sistemas

Una definición de Ingeniería de Sistemas es "un enfoque interdisciplinario para organizar todo el esfuerzo técnico para desarrollar y verificar un conjunto integrado de sistemas sociales, de productos, y procesos de solución para la satisfacción de las necesidades del cliente."

La ingeniería de sistemas se centra en diversos elementos, analizando, diseñando y organizando esos elementos en un sistema que puede ser un producto, un servicio o una tecnología para la transformación de información o control de la información.

El proceso de ingeniería de sistemas es denominado ingeniería de procesos del negocio cuando el contexto del trabajo de ingeniería se enfoca en una empresa como Comasa. Cuando hay que construir un producto como por ejemplo un sistema de información, el proceso se denomina ingeniería de producto. Tanto la ingeniería de proceso del negocio como la del producto intentan poner orden al desarrollo de sistemas basados en computadoras.

Independientemente del dominio de enfoque, la ingeniería de sistemas comprende una colección de métodos para navegar de arriba abajo y de abajo arriba en la jerarquía ilustrada en la siguiente figura:

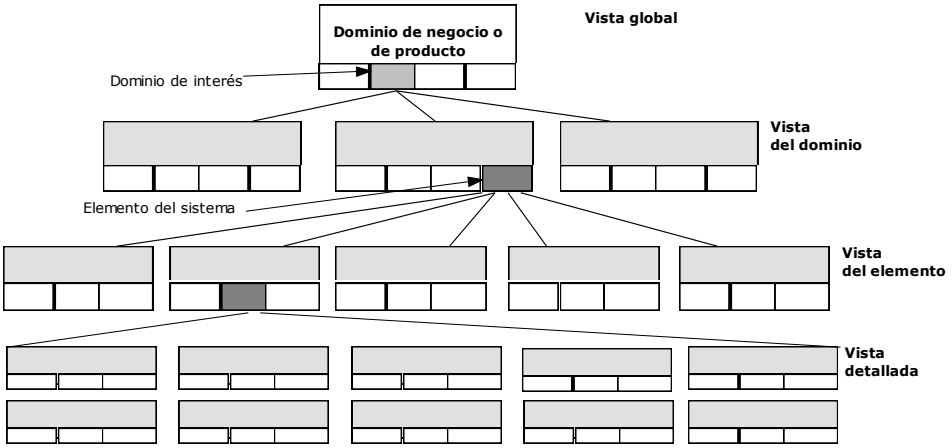


Figura Nº 1: Jerarquía de la ingeniería de sistemas de computadora

Fuente: [PRESSMAN2002]

El proceso de la ingeniería de sistemas empieza normalmente con una visión global. Es decir, se examina el dominio entero del negocio o del producto para asegurarse de que se puede establecer el contexto de negocio o tecnológico apropiado. La visión global se refina para enfocarse totalmente en un dominio de interés específico. Dentro de un dominio específico, se analiza la necesidad de elementos del sistema (por ejemplo, información, software, hardware, personas). Finalmente, se inicia el análisis, diseño y construcción del elemento del sistema deseado. En la parte alta de la jerarquía se establece un contexto muy amplio y en la parte baja se llevan a cabo actividades técnicas detalladas, realizadas por la disciplina de ingeniería correspondiente (por ejemplo, ingeniería de hardware o software)

La aplicación iterativa del proceso de Ingeniería de Sistemas se conforma por cuatro etapas:

1. Análisis de Requisitos
2. Análisis Funcional
3. Análisis y Control de Sistemas
4. Síntesis

Estas cuatro etapas involucran la aplicación de las herramientas provistas por otras disciplinas como la ingeniería del software, la ingeniería del hardware, y la ingeniería de la información para alcanzar su cometido.

De los componentes de un sistema (personas, productos y procesos), los productos más notables son el software y el hardware. La ingeniería de sistemas los toma en cuenta a ambos, dándoles igual peso en el análisis, ponderación y metodología ingenieril. El nuevo enfoque en la ingeniería de sistemas es tratar a ambos, el software y el hardware de forma concurrente e integrada. Anteriormente, se consideraba al estudio del software como una actividad supeditada al estudio del hardware. Actualmente, se aplican conceptos modernos de ingeniería para el software, equivalentes a los utilizados para el hardware.

III.1.a. Ingeniería de Requisitos

La consecuencia del proceso de ingeniería de sistemas es la especificación de un sistema o producto basado en computadora que se describe genéricamente, en diferentes niveles de la jerarquía de esta ingeniería. La ingeniería de requisitos involucra la identificación, documentación y validación de requerimientos y es una actividad fundamental de todo proyecto de desarrollo de software.

La ingeniería de requisitos facilita el mecanismo apropiado para comprender lo que quiere Comasa, analizando necesidades, confirmando su viabilidad, negociando una solución razonable, especificando la solución sin ambigüedad, validando la especificación y gestionando los requerimientos para que se transformen en un sistema operacional

El objetivo fundamental de la Ingeniería de Requisitos (IR) es definir el propósito de un sistema propuesto y revelar las características generales de su comportamientos externo. La fase de Ingeniería de Requisitos no está confinada a la etapa inicial del desarrollo del software, sino que, puesto que los requerimientos son refinados de forma continua, su aplicación es sistemática.

El primer paso del proceso de análisis del sistema afecta a la identificación de la necesidad. La intención es entender los objetivos del producto y definir las metas necesarias para alcanzar esos objetivos.

Durante la identificación de requerimientos, se podrán concebir dos tipos de requerimientos: aquellos que son del giro del negocio, y aquellos que son de naturaleza técnica-operativa. Los primeros se refieren a la funcionalidad y la finalidad organizacional que se desea que brinde la solución. Estos primeros dependen del conocimiento que tienen el cliente y los usuarios finales sobre la organización y sus necesidades. Los segundos de refieren al ambiente tecnológico específico demandado por los clientes y usuarios. Éstos últimos dependen del nivel de cultura técnica de los clientes y los usuarios.

Las actividades de la IR pueden ser divididas en cinco categorías:

- La Identificación de Requerimientos: El proceso de explorar, adquirir y rectificar los requerimientos del usuario, mediante la discusión con los usuarios y clientes, la introspección, la observación de los sistemas existentes, el análisis de actividad etc.

- El modelado de requerimientos donde los modelos alternativos de un sistema objetivo son elaborados y un modelo conceptual de la empresa, tal y como se vería desde la perspectiva del usuario eventual. Este modelo está orientado a capturar tanto de la semántica del mundo real como sea posible, y es utilizado con la fundación para una descripción abstracta de los requerimientos.

- La especificación de requerimientos, donde varios componentes del modelo son descritos de manera precisa y formalizados para actuar como fundamento para propósitos contractuales entre los clientes y los desarrolladores.

- La validación de requerimientos, donde las especificaciones son evaluadas y analizadas contra características de cabalidad (tales como completitud y consistencia) y propiedades de factibilidad (tales como costos y recursos requeridos)

- La administración de requerimientos, que consiste en al conjunto de procedimientos que asiste al mantenimiento de la evolución de los requerimientos a lo largo del proceso de desarrollo. Éstos incluyen, planeación, capacidad de rastreo, evaluación del impacto de cambio, etc.

La utilización de uno o varios modelos permite integrar de manera conceptual a los elementos identificados durante la recopilación de requerimientos.

El uso de modelos para el análisis técnico bajo cumplimiento de estos criterios, permite obtener mecanismos de medición efectiva de los requisitos de la solución. Ello permite analizar cada requisito mediante indicadores de manera objetiva.

El proceso de modelado de requerimientos, puede requerir en algún momento, de la aplicación de herramientas de ingeniería más avanzadas, tales como herramientas de simulación. En cualquier caso, es importante considerar en el modelado de los requerimientos los siguientes factores:

1. El modelo debería representar la dinámica del sistema a evaluar de manera tan simple que se pueda entender y manipular, pero de manera tan fidedigna a la realidad operativa que ofrezca resultados.
2. El modelo debería reseñar los factores más relevantes para el problema en cuestión y suprimir con discreción aquellos que no son tan importantes.
3. El modelo debería realizarse de manera muy completa incluyendo todos los factores relevantes, y debería ser fiable en términos de repetición de resultados.
4. El diseño del modelo debería ser tan sencillo que permita resolver el problema con prontitud
5. El diseño del modelo debería incorporar capacidad de modificación o expansión para permitir la evaluación de factores adicionales según se requiera.

El producto final de la ingeniería de requisitos es un documento al que se refiere como Especificación de Requisitos de Software (ERS). Este documento debe ser consistente internamente, así como con la práctica de documentación dentro de la organización, debe ser correcto, y completo en relación con las necesidades del usuario, claro a los usuarios, clientes, diseñadores, y evaluadores, y capaz de servir como base para el diseño y los procedimientos de prueba.

Los errores en la especificación de requerimientos han tenido un serio efecto en los costos del software. Es evidente que la detección temprana y corrección de los

problemas potenciales durante el análisis de requerimientos puede subsanar problemas más graves en el futuro, durante las pruebas y el mantenimiento. Hace más de una década, Barry Boehm postuló que al invertir más esfuerzo al inicio en la verificación y validación de los requerimientos de software, y especificaciones de diseño, los proyectos de software pueden obtener beneficios de costos reducidos para la integración y prueba, además de mayor confiabilidad y la capacidad de recibir mantenimiento.

III.1.a.i. Requerimientos Funcionales

Este tipo de requerimientos definen el funcionamiento interno del software: la lógica de operación, los cálculos, la manipulación de datos y el procesamiento y otra funcionalidad específica que demuestra cómo los casos de uso deben ser satisfechos. Son apoyados por los requerimientos no funcionales, que imponen restricciones ante el diseño o la implementación (rendimiento seguridad y normas de calidad).

Según lo definido en la ingeniería de requisitos, los requerimientos funcionales especifican comportamientos particulares de un sistema. Esto se debe poner en contraste con los requerimientos no funcionales que especifican características totales tales como costo y confiabilidad. (Una visión alternativa es que los requerimientos funcionales especifican comportamiento específico mientras que los no funcionales proporcionan los adjetivos que se pueden utilizar para describir estos comportamientos.)

Típicamente, un analista genera requerimientos funcionales después de que construya los casos del uso. Sin embargo esto puede tener excepciones puesto que el desarrollo de software es un proceso iterativo y a veces ciertos requerimientos se conciben antes de la definición de los casos del uso. Ambos artefactos (los casos de uso y el documento de Especificación de Requisitos de Software) se complementan en un proceso bidireccional.

Un requerimiento funcional típico contendrá un nombre único y un número, un breve resumen, y un análisis razonado. Esta información se utiliza para ayudar al lector a entender porqué este requerimiento es necesario y a rastrearlo a través del desarrollo del sistema.

Los requerimientos del software deben ser claros, correctos, inequívocos, específicos, y comprobables.

III.1.a.ii. Requerimientos No Funcionales

En la ingeniería de sistemas y la ingeniería de requisitos, los requerimientos no funcionales son los aspectos que especifican los criterios que se pueden utilizar para juzgar la operación de un sistema, en lugar de definir comportamientos específicos. Esto se debe poner en contraste con los funcionales que especifican comportamiento o funciones específicas. Los no funcionales típicos son confiabilidad, escalabilidad, y costo. Este tipo a menudo se les puede concebir como restricciones o atributos de la calidad.

Normalmente a un sistema se le requiere que presente al usuario una pantalla con una cantidad específica de registros de una base de datos. Esto es un requerimiento funcional. Cómo se actualizará esta cantidad de registros representa uno no funcional. Si los registros necesitan ser actualizados en tiempo real, los arquitectos del sistema deberán asegurar que el software sea capaz de actualizar los registros dentro de un intervalo mínimo de tiempo.

Otro tipo no funcional es que exista suficiente capacidad de transmisión en red.

Los no funcionales pueden dividirse en las siguientes categorías:

- Control y Auditoría
- Disponibilidad.
- Dependencia con otras partes.
- Documentación.
- Eficiencia.
- Extensibilidad (agregar nuevas características al sistema).
- Mantenimiento.
- Rendimiento / Tiempos de respuesta.
- Plataforma y Compatibilidad.
- Precio.

- Calidad.
- Confiabilidad.
- Robustez.
- Escalabilidad.
- Seguridad.
- Estabilidad.
- Soporte.
- Facilidad de uso.

III.1.a.iii. Documento de Especificaciones de Requerimientos del Software (ERS)

La especificación de requerimientos del software (ERS) es una descripción completa del comportamiento del sistema que se desarrollará. Incluye un conjunto de casos de uso que describen todas las interacciones que los usuarios tengan con el software. Los casos del uso también se conocen como requerimientos funcionales. Además de los casos de uso, el ERS también contiene requerimientos no funcionales. Los no funcionales son los elementos que imponen restricciones ante el diseño o la implementación.

III.1.b. Evaluación Económica del Software

El objetivo de la elaboración de un estudio de viabilidad al momento de llevar a cabo el análisis de requisitos, es poder corroborar de manera documental el futuro del proyecto. Para eso se aplican las herramientas pre-operativas que brindan las distintas disciplinas de la ingeniería, orientados hacia la predicción objetiva de riesgos, inversión financiera, y utilización de recursos humanos, materiales y temporales.

La evaluación económica del software representa un campo altamente especializado en el cual no existen respuestas simples para la toma de decisiones. Es por ello que muchos especialistas han desarrollado un sinnúmero de técnicas, de las cuales este estudio menciona las descritas en [GREMB01]. Este autor proporciona una clasificación de los métodos en los siguientes grandes enfoques:

- *Enfoques Financieros*: Orientados hacia la valuación financiera

- *Enfoques Multi-Criterios*: Contemplando otros impactos de la inversión tecnológica no contemplados en una simple valuación financiera
- *Enfoque de Razones*: La medición de la efectividad institucional de la tecnología en términos de razones numéricas, aunque no solamente se toman en cuenta cifras financieras
- *Enfoque de Carteras*: Utiliza las carteras (*portafolios o grids*) como un tratamiento para la clasificación de tipos de proyectos. En ellos se combinan métodos multicriterios con la representación gráfica de modelos de decisión.

La siguiente tabla ofrece un resumen de las distintas técnicas correspondiente a cada uno de estos enfoques:

Tabla Nº 1: Técnicas de Evaluación Económica del Software

Fuente: [GREMB01]

Enfoques	***Técnicas***
Financieros	- Período de Repago - Tasa de Rendimiento de Capital Invertido (ROI) - Valor Presente Neto
Multi-Criterios	Economía de la Información *(y otros métodos comerciales)*
Razones	- Retorno sobre la Administración (ROM) - Método de Evaluación de IT
Carteras	- Método de Bedell - Portafolio de Inversiones - Mapeo de Inversiones

La evaluación económica del software no es más que una evaluación del costo de desarrollo del software sopesado con los ingresos netos o beneficios obtenidos del sistema o producto desarrollado. En este ámbito se pueden explotar técnicas financieras como las expuestas en la tabla anterior. Obviamente, los beneficios operativos muchas veces son difícilmente reflejados en un estado de pérdidas y ganancias de forma inmediata, y existen otros indicadores cualitativos que frecuentemente se utilizan (ejemplo, satisfacción del cliente, lealtad del consumidor, etc.). Dependiendo de la institución a la cual se enfoquen los proyectos informáticos, la viabilidad económica no deberá

simplemente valorarse en términos de Retorno Sobre Inversión, sino que deberá enfocarse a un análisis socioeconómico de costo/beneficio en términos de impacto.

III.1.b.i. Análisis Costo-Beneficio

La toma de decisión acertada y la administración de la inversión comienzan con la identificación de beneficios y de costes. Estos dos elementos son cruciales sin importar la naturaleza de la inversión, de la métrica aplicada, o del enfoque usado para valorarlos. Las valuaciones de retorno sobre inversión sin la identificación de todos los costes y beneficios son potencialmente engañosas y pueden afectar la toma de decisión sana.

1. Identificación de Beneficios y Costos

La primera fase de toda evaluación costo-beneficio debe iniciar con la identificación de beneficios potenciales y rubros de costo incurridos. Los beneficios se definen como las ventajas, ganancias o utilidades logradas. Se conciben comúnmente como el retorno de una inversión y deberían describir cómo se avanza hacia la misión institucional y cómo permite a Comasa lograr su cometido. Enfocarse hacia el progreso en los resultados de la gestión más que en la tecnología es una de las mejores formas de asegurar que el consumo de cualquier recurso fomente logros en la misión institucional.

Los beneficios deben responder a la pregunta "¿Qué provee esta inversión para la organización o sus clientes?". Sin importar si los beneficios son expresados en términos cualitativos o cuantitativos, éstos se deben de relacionar directamente con la satisfacción de necesidades específicas. Los beneficios deben de orientarse en esencia hacia el propósito de la inversión, aunque frecuentemente se obtienen beneficios secundarios orientados a otros objetivos dentro del marco de los proyectos informáticos.

Así pues, cuando se reúnen datos para la preparación y evaluación de la inversión, es necesario incorporar todos los beneficios, sin importar cuan difícil sea sustentarlos o cuantificarlos. En la realidad, existen distintos enfoques para la categorización de beneficios y la evaluación de la inversión. No obstante, el documento [CIOC99] provee un modelo el cual cubre las necesidades generales para la clasificación de los beneficios:

- **Bienes y Servicios Mejorados a los Usuarios Internos y Clientes**
  - Mayor rapidez en la entrega de bienes y servicios
  - Mayor disponibilidad en la entrega de bienes y servicios
  - Acceso mejorado a la información
  - Mayor precisión en las operaciones
  - Mayor compatibilidad entre los recursos y entre los procedimientos
  - Mayor efectividad e impacto con la información distribuida
  - Mejores opciones y/o flexibilidad para capturar futuras alternativas
  - Mejoras en la Seguridad
  - Reducción de los Riesgos

- **Reducción y Supresión de Costos**
  - Mejoras en la capacidad para dar mantenimiento de un sistema (tanto en software con en hardware)
  - Eliminación de recursos duplicados (sistemas de información, infraestructuras, etc.)
  - Mejoras en la confiabilidad
  - Economías de escala (incremento de la carga de trabajo o de la demanda sin costos adicionales)
  - Reducción de las operaciones manuales (permitiendo que el personal requerido sea aprovechado en tareas más importantes)
  - Mejoras en la eficiencia

- **Mejoras en el Entorno de Trabajo**
  - Promoción de la facilidad de uso (con impacto no solo en la productividad sino también en el entorno social y físico)
  - Mejoras del entorno físico (espacio en las áreas de trabajo, ruido, papelería etc.)
  - Mejoras en las tasas de respuesta (reduciendo el stress y propiciando que los funcionarios respondan adecuadamente a las solicitudes del público)

Por otro lado están los costos. Y estos son los elementos más elusivos cuando se trata de tecnología de la información. Los factores de costo no identificados o mal calculados durante la fase de planeación son aquellos que generalmente se ven plagados

por costos excesivos durante la ejecución. De allí, que todas las organizaciones en general saben intuitivamente que una inversión no puede ser medida apropiadamente sin la identificación de los costos. Y, no obstante, las organizaciones difieren en su forma de ver a los costos: mientras algunas les ven como factores primarios de decisión (especialmente en condiciones de escasez de fondos) en otros casos pueden ser elementos secundarios al valor competitivo que la inversión puede representar. A luz de ello, Comasa puede tomar sus decisiones dentro de una variada gamas de alternativas intermedias a estos extremos.

Para fines evaluativos, los costos (directos o indirectos) deben incluirse solamente si ocurre un verdadero cambio con la introducción de un sistema propuesto. Cuando se compara un sistema de reemplazo en relación con el uso continuado de un sistema heredad, solo los costos recurrentes del sistema existente se incluyen en el análisis. Los costos originales de adquisición y los costos de cualquier mejora no deben incluirse en la comparación.

Muchos estudios indican que las organizaciones frecuentemente subestiman el éxito de un sistema al ser incapaces de identificar y presupuestar los fondos requeridos para sufragar los costos operacionales y de soporte asociados con la inversión en tecnología de información. Aunque algunas organizaciones acostumbran a registrar los tiempos de fallo, pocos recopilan información del tiempo derrochado por los usuarios en el auto-soporte de sus operaciones, o de los costos por pérdida de productividad como un resultado de tales tiempos de fallo. Por defecto, el lastre de actividades no identificadas es transferido a sus usuarios finales, quienes pueden no estar adecuadamente capacitados o equipados para llevar a cabo las funciones necesarias. Como resultado el sistema rara vez funciona como se espera y los usuarios se ven pronto desmotivados. La identificación y tratamiento de todos los costos, incluyendo costos sombra puede ser un factor importante en la valuación de una inversión tecnológica.

El mantener el status quo de un sistema también debe considerarse una opción. Por tal razón, las organizaciones deben desarrollar una visión completa de los costos y capacidades de los sistemas existentes. La selección de la mejor solución factible para alcanzar las metas de desempeño es una tarea imposible sin conocer con qué se cuenta y cuánto cuesta.

Tabla Nº 2: Lista de los Principales Rubros de Costos en Proyectos Informáticos

Fuente: [CIOC99]

1. **Equipos y Hardware (Costos de Compra y Renta)**
   - Estaciones cliente de escritorio, portátiles y periféricos
   - Servidores de grupo de trabajo y empresariales
   - El hardware de comunicaciones (hubs, routers, bridges, switches)
   - Dispositivos de protección eléctrica
   - Actualizaciones de Memoria
   - Dispositivos de almacenamiento portátil
   - Cableado de red
   - Tarjetas de Interfaz de Red
   - Equipos de Prueba (Porcentaje de uso dedicado al proyecto)
   - Actualizaciones de Red
   - Mobiliario Auxiliar
2. **Software**
   - Soluciones comerciales compradas
   - Licencias periódicas para soluciones comerciales
   - Software de escritorio o de grupo de trabajo
   - Sistema operativo de red
   - Herramientas para el desarrollo de aplicaciones
   - Herramientas de soporte para la administración
   - Desarrollo y Mantenimiento provisto por contratistas
3. **Mano de Obra**
   - Costos de instalación
   - Mantenimiento
   - Desarrollo y modificaciones con personal interno
   - Desarrollo y documentación de requerimientos
   - Pruebas
   - Administración de redes y de sistemas
   - Soporte técnico
   - Adquisiciones y Contratación
   - Desarrollo de procedimientos
   - Educación y capacitación del personal informático
   - Capacitación del personal usuario
   - Capacitaciones suplementarias
   - Costos sombra
   - Mantenimiento de Datos
   - Investigación y Planeación
4. **Infraestructura**
   - Actualizaciones o adiciones en las líneas de telecomunicación
   - Actualizaciones en las líneas de alimentación eléctrica
5. **Costos Varios**
   - Costos del contratista
   - Costos de almacenamiento de datos
   - Suministros (diskettes, toner, papel, etc.)
   - Costos de instalaciones (costos de servicios básicos y costos de renta)
   - Consultores

2. Cuantificación

Con la identificación de costos y beneficios se logra concluir con la primera parte del proceso. No obstante, con la sola identificación de estos rubros no es posible llevar a cabo una evaluación integral, es necesario obtener mediciones cuantitativas que permitan proporcionar un conocimiento más claro sobre la naturaleza de los costos y de los beneficios.

Estos costos y beneficios deben ser integrados de forma coherente dentro de las decisiones de planeación de capital. Para obtener un balance de estos elementos dentro de una inversión o para examinar objetivamente las alternativas, se deben representar en términos comparables. Aunque en la empresa privada el incremento del retorno financiero es la medida natural, en el sector público, es necesario realizar una evaluación del uso efectivo de los recursos bajo estándares más complejos. El número de accidentes que se previenen, la reducción de litros de agua contaminada y el incremento del ingreso de niños a las escuelas públicas representan valores más representativos que un simple valor monetario asignado a los beneficios. Aunque el uso de unidades monetarias promueve la comparación de alternativas bajo un mismo criterio, esta no es la única manera de representar el valor.

Muchos ejecutivos saben que las medidas financieras por sí mismas son herramientas inadecuadas para la toma de decisiones estratégica. La mejor métrica proporcionará una visión de ajuste entre la inversión y el objetivo buscado. Por ejemplo, si una meta de la inversión es reducir el tiempo requerido por las aplicaciones para procesar y tomar las decisiones, la medida más adecuada es la reducción en el número de horas de procesamiento. Buscar como representar ello en términos financieros no proporciona un beneficio real.

Es necesario saber que una gran cantidad de los beneficios proporcionados por la tecnología de la información son intangibles, teniendo un gran efecto en el éxito de la evaluación. El mejor análisis de la inversión se enfoca en los beneficios primarios, es decir aquellos directamente asociados con los objetivos de la inversión. Si se genera un beneficio realmente, entonces deberá obtenerse un cambio observable. Si existe una mejora o una reducción de algo, este cambio podrá ser medido.

La dificultad en la cuantificación de los beneficios intangibles (o "suaves") depende grandemente de su inadecuada definición. Por ejemplo, la mejora en la motivación de los trabajadores se considera casi siempre como intangible. Sin embargo, si la motivación es un problema que debe ser resuelto, indudablemente deben existir indicadores de la baja motivación laboral. Entre las métricas apropiadas pueden considerarse la reducción de la deserción, reducción del ausentismo o la mejora en la productividad, las cuales si pueden cuantificarse.

El mayor problema finalmente en la cuantificación es la comparación de "peras con manzanas" situación en la que los costos se expresan en general en términos financieros mientras que los beneficios se expresan en métricas muy distintas. Aunque existe mucho progreso en la utilización de técnicas como el uso de ponderaciones numéricas, es muy posible que se introduzca ruido mediante las consideraciones subjetivas de los participantes. No obstante, siempre es importante en la cuantificación:

- Seleccionar las técnicas de evaluación financiera apropiadas
- Seleccionar métricas para la cuantificación de beneficios intangibles
- Definir técnicas para lograr un análisis basado en una comparación adecuada entre costos y beneficios al enfrentarse al problema de métricas distintas

3. Cuantificación de Intangibles

Como se ha mencionado anteriormente una de las limitaciones más grandes de la técnica costo-beneficio corresponde a la ausencia de orientación en la administración de intangibles. Existen muchos enfoques de los cuales este estudio considerará el recomendado por [GREMB01]. Esta fuente recomienda la técnica de Hares & Royle (1994) en la que se proporcionan los siguientes pasos para expresar los intangibles en términos monetarios:

1. Identificación de los Intangibles
2. Traducción de los Beneficios Intangibles en elementos medibles (considerando el uso de métricas e indicadores institucionales)

3. Predicción de los resultados en términos físicos (identificando el valor económico de las métricas e indicadores seleccionados para la medición)
4. Evaluación del Flujo de Efectivo, el cual se vale simplemente del uso de una técnica de valuación financiera para los cálculos, representando el elemento más simple del proceso

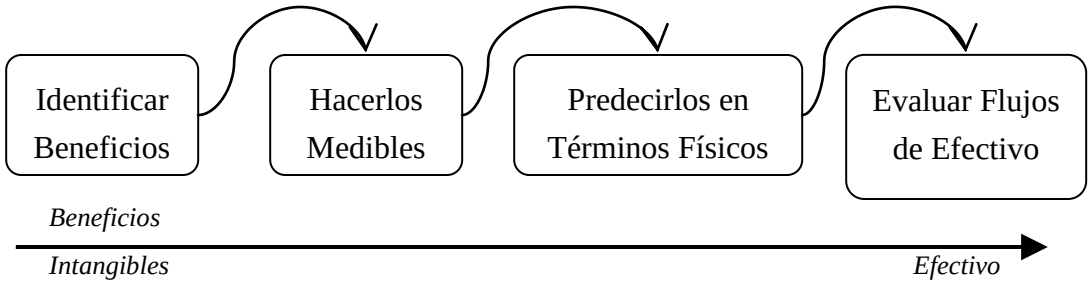


Figura Nº 2: La técnica de cuantificación "Bridging the Gap" de Hares & Royle
Fuente: [GREMB01]

III.2. Ingeniería del Software

El concepto de Ingeniería del Software para Fritz Bauer se define como: el establecimiento de los principios y métodos de la ingeniería a fin de obtener software de modo rentable que sea fiable y trabaje eficientemente en máquinas reales. No obstante, existen muchas otras definiciones, por lo general, siendo complementarias en su descripción de la naturaleza de disciplina de la ingeniería. Otra definición muy conocida, elaborada por el IEEE, se presenta como: el estudio y aplicación de enfoques sistemáticos, disciplinados y cuantificables al desarrollo, operación, y mantenimiento del software.

También, cabe mencionar la meta primaria de cualquier esfuerzo de ingeniería de software: "Que la solución informática corresponda con las necesidades de los usuarios mediante la satisfacción de los requerimientos establecidos." No obstante, es importante considerar, que el cambio es constante en el ciclo de vida de la ingeniería del software, para lo cual se han establecido seis metas fundamentales de ingeniería:

- **Funcionalidad:** Si el software no provee una solución a las necesidades de los usuarios, no tiene un propósito. La funcionalidad del software es su meta primaria. Si no se satisface, el resto de las metas son triviales.

- **Capacidad de Soporte:** Corresponde a la habilidad de realizar mantenimiento, extensión, actualización u otros cambios en el software. Tanto los factores evolutivos y del entorno, así como la falibilidad intrínseca de todo producto, apuntan hacia la necesidad de cambio en el software. Si no es posible realizar esto al menor costo/esfuerzo posible y sin incrementar significativamente la complejidad del diseño original, no se satisface esta meta. Para poder dar soporte a un sistema, todas las decisiones explícitas e implícitas del diseño que comprometen a la solución deberán respetarse.

- **Confiabilidad:** Éste es un factor determinante de la calidad del sistema, y una meta crítica cuando el costo de fallos es alto. Se define como la probabilidad de que el software del sistema opere sin fallos bajo condiciones especificadas de uso. Esta debe ser incluida desde el inicio, durante la concepción, diseño y desarrollo, y también en los procesos de recuperación. El propósito del software bien construido es ser 100% confiable.

- **Seguridad**: Un atributo muy ligado a la confiabilidad, que refleja la garantía de que el sistema no fallará bajo condiciones operativas adversas. Igual que con la meta anterior esta debe ser enfocada desde la planeación del software. Puesto que el software es inseguro debido a factores humanos, es siempre importante incluir en el diseño características de seguridad preventiva que sirvan de garantía ante los fallos. Estos componentes adicionales deben reflejarse en los costos, la calendarización y la estimación de los recursos.

- **Eficiencia**: Esta meta refleja el uso óptimo de recursos críticos, tales como ciclos de procesador o áreas de memoria. La eficiencia es un requisito de desempeño que debe ser considerado desde el levantamiento y análisis de requerimientos. La eficiencia también se ve influenciada durante la fase de implementación, donde el mejor enfoque

puede ahorrar una cantidad significativa de recursos. Los importante es considerar los siguientes puntos al analizar la eficiencia:

1. El Software debería se tan eficiente como se requiera, no tan eficiente como sea posible.
2. La eficiencia del código y la claridad del mismo van de la mano, y no debe ser sacrificada para realizar mejorar innecesarias en el desempeño.

Las restricciones en el uso de los recursos de memoria no equivalen en términos de eficiencia al uso de la menor cantidad de memoria. Irónicamente, se ha demostrado a través de la práctica que el software requiere tanta memoria como esté disponible. No obstante también es importante considerar otro principio: "La clave hacia un software bien construido con alta eficiencia en la memoria, es mantenerlo simple".

Existen dos tipos de eficiencia de los procesos de Entrada/Salida, la externa y la interna. La Eficiencia E/S externa se mide con la interfaz del usuario. Las entradas desde y las salidas hacia el usuario son eficiente cuando la información utilizada es comprensible. La Eficiencia E/S interna mide los flujos E/S entre dispositivos dentro del mismo sistema, o entre módulos de software del mismo sistema.

- **Comprensibilidad**: La comprensibilidad es una meta importante para el manejo de la complejidad. Es el vínculo entre la definición del problema y la solución correspondiente. Para que el software sea comprensible, éste debe reflejar una visión natural del mundo. Alcanzar esta meta involucra producir una solución al problema definido en la forma de una arquitectura comprensible y efectiva. Lograr dicha estructura en el software, es vital para que pueda ser también eficiente, confiable y capaz de recibir soporte.

Diferentes factores hacen que el software sea comprensible. El software bien construido es legible como resultado de buenos procedimientos de codificación y documentación. Además el software bien construido, refleja un modelo preciso y comprensible del mundo real. La comprensibilidad se logra cuando las estructuras de datos (u objetos) y los algoritmos (operaciones) en la solución son discernibles. La

comprensibilidad también depende del lenguaje de programación seleccionado para expresar la solución.

Un punto importante a tomar en cuenta son los enfoques del desarrollo de software. Puesto que para otros procesos ingenieriles, es importante considerar tanto el producto como el proceso de obtención, la ingeniería del software no es la excepción. Generalmente, se considera que el producto de la labor disciplinada de ingeniería deberá satisfacer el fin para el cual fue elaborado de la mejor manera posible. Y además, se concibe, que el proceso bajo la gestión de ingeniería, deberá aprovechar óptimamente los recursos, y realizarse en tiempo y forma, tal cual como fue planificada.

Por tanto, en esta parte dedicada a la ingeniería del software se tratará de considerar al proceso como el único móvil para obtener un buen producto.

III.2.a. Modelos del Proceso del Software

Existen dos tipos de modelos del proceso del software: el modelo en cascada y el modelo incremental.

El modelo en cascada, a veces llamado ciclo de vida clásico sugiere un enfoque sistemático, secuencial hacia el desarrollo de software, que se inicia con la especificación de requerimientos del cliente y que continúa con la planeación, el modelado, la construcción y el despliegue para culminar con el soporte del software terminado.

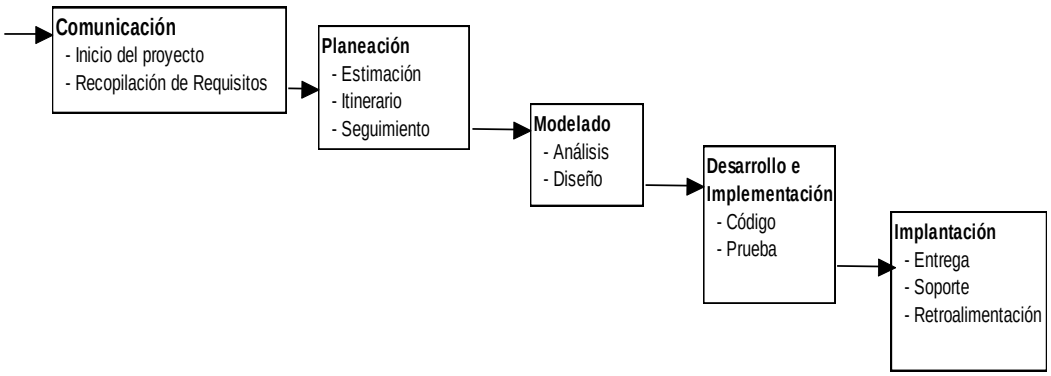


Figura Nº 3: El modelo en cascada

Fuente: [PRESSMAN2006]

El modelo en cascada es el paradigma más antiguo para la ingeniería de software. Sin embargo, en las décadas pasadas, las críticas a este modelo de proceso han ocasionado que aun sus más fervientes practicantes hayan cuestionado su eficacia.

En un análisis interesante de proyectos reales, Bradac [BRA94] concluyó que la naturaleza lineal del modelo en cascada conduce a "estados de bloqueo" en los cuales algunos miembros del equipo del proyecto deben esperar a otros para terminar tareas dependientes. De hecho, el tiempo de espera puede superar el que se aplica en el trabajo productivo.

En la actualidad, el trabajo del software es acelerado y sujeto a una cadena infinita de cambios (de características, funciones y contenido de la información). Con frecuencia, el modelo en cascada no es apropiado para dicho trabajo. Es aquí donde interviene el modelo incremental, el cual proporciona de manera rápida un conjunto limitado de funcionalidad al usuario y después permite refinarla y expandirla en las entregas posteriores del software.

El modelo incremental combina elementos del modelo en cascada aplicado en forma iterativa. Por ejemplo un software procesador de texto, desarrollado con el paradigma incremental en su primer incremento, podría realizar funciones básicas de administración de archivos, edición y producción de documentos; en el segundo incremento, ediciones más sofisticadas, y tendría funciones más complejas de producción de documentos; en el tercer incremento, funciones de corrección ortográfica y gramatical; y en el cuarto, capacidades avanzadas de configuración de página.

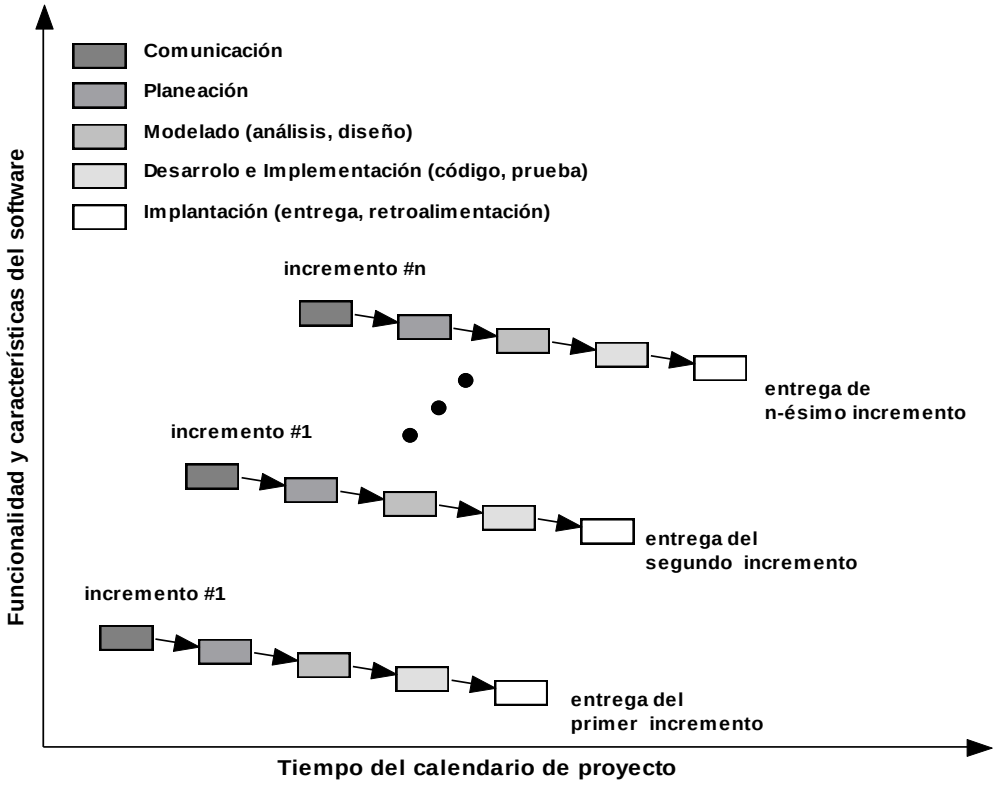


Figura Nº 4: El modelo incremental

Fuente: [PRESSMAN2006]

III.2.a.i. El modelo Desarrollo Rápido de Aplicaciones (DRA)

El desarrollo rápido de aplicaciones (DRA) es un modelo de proceso de software incremental que resalta un ciclo de desarrollo corto. El modelo DRA es una adaptación a "alta velocidad" del modelo en cascada en el que se logra el desarrollo rápido mediante un enfoque de construcción basado en componentes. Si se entienden bien los requerimientos y se limita el ámbito del proyecto, el proceso DRA permite que un equipo de desarrollo cree un "sistema completamente funcional" dentro de un periodo muy corto.

Como otros modelos de proceso, el enfoque DRA cumple con las actividades genéricas del marco de trabajo que ya se han presentado. La comunicación trabaja para entender el problema del negocio y las características de información que debe incluir el software. La planeación es esencial porque varios equipos de software trabajan en paralelo sobre diferentes funciones del sistema. El modelado incluye tres grandes fases –modelado

del negocio, modelado de datos y modelado de proceso– y establece representaciones del diseño que sirven como base para la actividad de construcción del modelo DRA. El desarrollo resalta el empleo de componentes de software existente y la aplicación de la generación automática de código. Por último, la implantación establece una base para las iteraciones subsecuentes, si éstas son necesarias.

El modelo DRA involucra el uso de herramientas de ingeniería de software asistidas por computadora (CASE) para acelerar la producción del software a desarrollar ya que el fin de estas herramientas es automatizar considerablemente cada una de las fases del proceso. Por tanto el DRA permite el desarrollo rápido de productos de calidad ahorrando recursos valiosos en la organización como es el tiempo requerido para finalizar el proyecto de software.

El modelo de proceso DRA se ilustra en la siguiente figura. Es obvio que las restricciones de tiempo impuestas sobre un proyecto DRA exigen un “ámbito de escalas”. Si una aplicación de negocios se puede modular de forma que cada gran función pueda completarse en menos de tres meses (mediante la aplicación del enfoque ya descrito), ésta es una candidata para el DRA. Cada gran función se puede abordar mediante un equipo de DRA por separado, para después integrarlas y formar un todo.

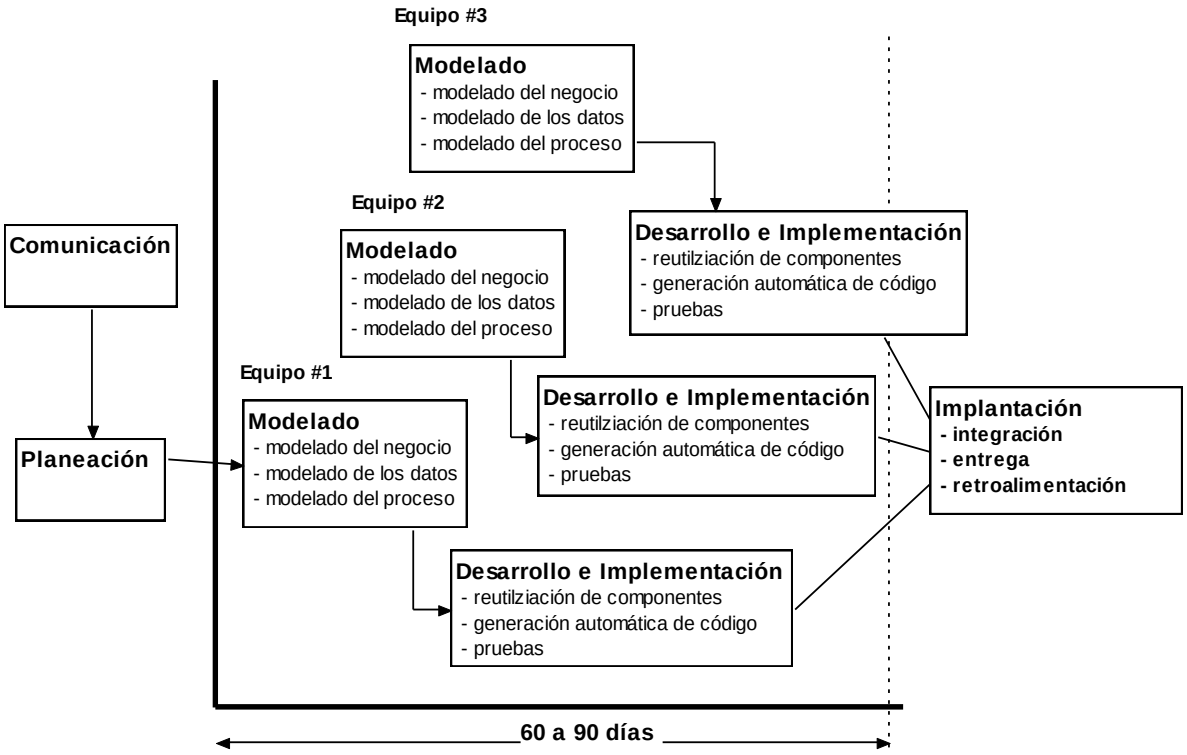


Figura Nº 5: El modelo Desarrollo Rápido de Aplicaciones (DRA)

Fuente: [PRESSMAN2006]

III.2.b. Paradigmas de Desarrollo de Software

III.2.b.i. Paradigma Orientado a Objetos

Antes de 1975, la mayoría de las empresas de software no utilizaban técnicas específicas; cada individuo trabajaba a su manera. Los principales adelantos se hicieron entre 1975 y 1985, con la elaboración del denominado paradigma estructurado o tradicional. Las técnicas que constituían el paradigma clásico incluyen el análisis de sistemas estructurados, el análisis de flujo de datos, y la programación estructurada y las pruebas estructuradas. Estas técnicas parecían ser extremadamente prometedoras cuando se utilizaron por primera vez. No obstante, conforme pasó el tiempo, probaron ser menos exitosas en dos aspectos:

1. Algunas veces las técnicas no podían manejar el creciente tamaño de los productos de software. Es decir, las técnicas tradicionales eran adecuadas si se manejaban productos a pequeña escala (por lo regular 5 000 líneas de código) o incluso productos de escala mediana de 50 000 líneas de código. No obstante, los productos a gran escala actuales de 500 000 líneas de código son relativamente comunes; incluso se consideran comunes los productos de cinco millones o más líneas de código. Aún así, muchas veces las técnicas tradicionales no podían escalarse lo suficiente como para manejar la construcción de los productos más grandes de la actualidad.
2. El paradigma clásico no estuvo a la altura de las primeras expectativas durante el mantenimiento del software entregado (fase de implantación). Una fuerza motriz principal detrás del desarrollo del paradigma clásico 39 años atrás fue que, en promedio, dos terceras partes del presupuesto para software se dedicaba al mantenimiento del mismo. Por desgracia, el paradigma clásico no ha solucionado este problema.

Una razón importante para el éxito limitado del paradigma clásico es que las técnicas tradicionales son orientadas a operaciones u orientadas a atributos (datos), pero no a ambos. Los principales componentes de un producto de software son las operaciones del producto y los atributos sobre los cuales operan estas operaciones. El paradigma orientado a objetos considera igualmente importantes a los atributos y a las operaciones.

Un modo simple de mirar a un objeto es como un artefacto de software unificado que incorpora atributos y las operaciones realizadas en los atributos.

Una cuenta de banco es un ejemplo de un objeto. El componente atributo del objeto es el balanceCuenta. Las operaciones que pueden realizarse en este balance de cuenta incluyen depósito de dinero en la cuenta, retiro de dinero de la cuenta y determinarBalance. Desde el punto de vista de la orientación a objetos, una cuenta de banco es un objeto. Este objeto combina un atributo junto con las tres operaciones realizadas sobre ese atributo en un solo artefacto. Desde el punto de vista del paradigma estructurado o clásico, un software que trata con cuentas de banco tendrá que incorporar una entidad de

datos con un atributo, el balance_cuenta, y tres operaciones externas a la entidad, depósito, retiro y determinar_balance.

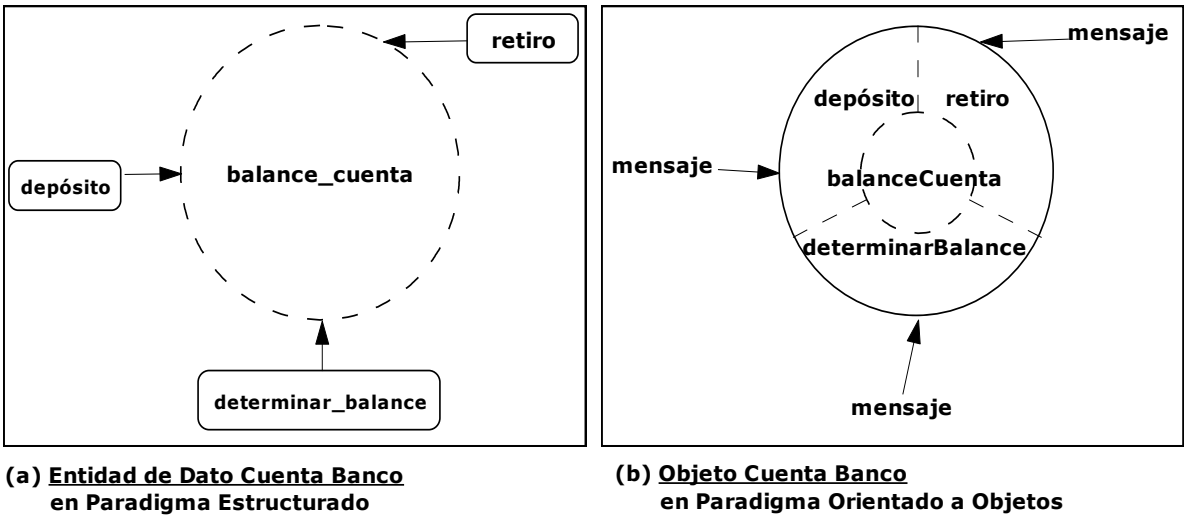


Figura Nº 6: Comparación entre Paradigma Estructurado y Paradigma Orientado a Objetos

Fuente: [SCHACH2006]

Hasta ahora, parece haber poca diferencia entre los dos enfoques. No obstante, un punto clave es el modo en el que se pone en práctica un objeto. De manera, particular, los detalles de la forma en que se almacenan los atributos de un objeto no son conocidos desde fuera del objeto. En el caso del objeto cuenta de banco mostrado en la figura anterior (b), el resto de los componentes del software reconocen que existe algo como un balance dentro de un objeto cuenta de banco, pero no tienen idea del formato de balanceCuenta. Es decir, no hay conocimiento fuera del objeto en cuanto a si el balance de cuenta se implementa como un entero o un número de punto flotante o un campo de alguna estructura más grande. Esta barrera de información que rodea al objeto se indica por la línea negra sólida de la figura (b), la cual representa un modo de utilizar el paradigma orientado a objetos. Por el contrario, una línea punteada rodea balance_cuenta en la figura (a), porque todos los detalles de balance_cuenta son conocidos para los módulos durante la ejecución utilizando el paradigma clásico, y el valor de balance_cuenta por lo tanto puede ser cambiado por cualquiera de ellos.

De vuelta a la figura anterior (b), la implementación orientada a objetos, si un cliente deposita 10 dólares en una cuenta, entonces se envía un mensaje al método depósito del objeto pertinente diciéndole que aumente el atributo balanceCuenta por 10 dólares (un método es una implementación de un operación). El método depósito está dentro del objeto cuenta de banco y conoce cómo se implementa balanceCuenta; esto se indica por la línea circular punteada dentro del objeto. Más ninguna entidad externa al objeto necesita este conocimiento. Esta ubicación localizada del conocimiento significa que los tres métodos de la figura (b) protegen a balanceCuenta del resto de los componentes del software. El hecho de que los detalles de la implementación son locales a un objeto conduce a la primera de las múltiples fortalezas del paradigma orientado a objetos:

1. Considere el mantenimiento del software una vez que se ha implantado. Suponga que el producto bancario se ha construido utilizando el paradigma clásico. Si se cambia el modo en que se representa un balance_cuenta de, digamos, un entero a un campo de una estructura, entonces cada parte de ese producto que tenga algo que hacer con balance_cuenta tiene que cambiarse y estos cambios tienen que hacerse en forma consistente. Por el contrario, si se utiliza el paradigma orientado a objetos entonces sólo será necesario hacer cambios dentro del propio objeto cuenta de banco. Ninguna otra parte del producto tiene conocimiento de cómo se implementa un balanceCuenta, de modo que ninguna otra parte puede tener acceso a un balanceCuenta. En consecuencia, no es necesario cambiar alguna otra parte del producto bancario. Así pues, el paradigma orientado a objetos hace más rápido y sencillo el mantenimiento, y se reduce en gran medida la oportunidad de introducir una falla de regresión (es decir, una falla introducida de manera inadvertida en una parte de un producto como consecuencia de hacer un cambio que en apariencia no está relacionado con otra parte del producto).
2. Además del mantenimiento, el paradigma orientado a objetos también facilita la construcción. En muchos casos, un objeto tiene una contraparte física. Por ejemplo, un objeto cuenta de banco en un producto bancario corresponde a una cuenta de banco real en el banco para la cual se escribió este producto. La estrecha correspondencia entre los objetos en un producto y sus contrapartes en el mundo real debe conducir a la obtención de un software de mejor calidad.

3. Los objetos bien diseñados son unidades independientes. Si todas las operaciones que se realizan en los atributos de un objeto se incluyen en el mismo, entonces se puede considerar éste como una unidad con independencia conceptual. Es en la práctica que dicho objeto es el único responsable de cómo se implementen sus operaciones y como estás afecten sus atributos.
4. El paradigma orientado a objetos favorece la reutilización: debido a que los objetos son entidades independientes, es posible utilizarlos en productos de software futuros. Esta reutilización de los objetos reduce el tiempo y costo de la construcción y mantenimiento.

III.2.c. Herramientas para el Análisis de Software

Por lo general se considera que la identificación de requisitos es un proceso de alta abstracción, pero que al mismo tiempo es muy difícil de especificar mediante modelos o el uso de otras herramientas.

No obstante, con el advenimiento de nuevas técnicas, y nuevos procesos del software, es posible identificar algunas herramientas que proveen fortaleza a la práctica de la ingeniería de requisitos.

III.2.c.i. Organigramas

Aunque aparentemente simple, el organigrama permite tener una visión global de la organización, las relaciones entre entidades y funciones, y puede servir como punto de arranque para el análisis funcional y no funcional de los requisitos. Obviamente, la documentación que acompaña al organigrama, tales como políticas del negocio, especificación de responsabilidades y autoridad son de vital importancia para la interpretación del analista. Sin embargo, el organigrama tiene el grave inconveniente que en muchos casos no está implementado como fue concebido en el papel y es paulatinamente sustituido por un organigrama informal, invisible y bien real.

III.2.c.ii. Diagramas de Casos de Uso

Los diagramas de casos de uso de la notación UML, especifican la funcionalidad que el sistema ha de ofrecer desde la perspectiva de los usuarios y lo que el sistema ha de realizar para satisfacer las peticiones de estos usuarios. En el diagrama de casos de uso se visualiza el comportamiento de un sistema, de un subsistema o de una clase, tal como se muestra a un usuario.

Este modelo utiliza tres elementos básicos:

- *Actores*, para modelar los diferentes papeles que los usuarios del sistema pueden representar.
- *Casos de uso*, para representar todo aquello que el usuario ha de poder realizar en el sistema. El Caso de uso puede ser entendido como la secuencia de transacciones que se realizan en un diálogo con el sistema, y que se encuentran relacionadas por su comportamiento.
- *Relaciones*, para asociar los anteriores elementos.

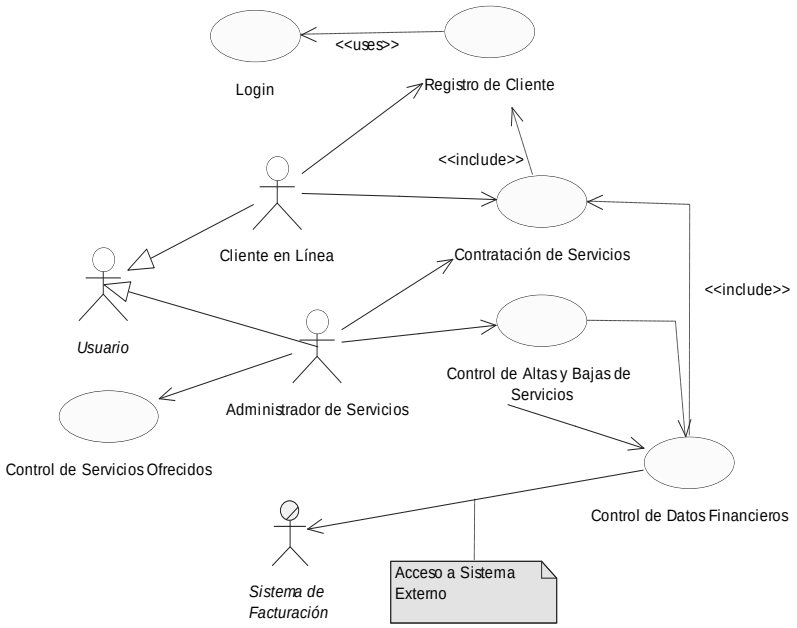


Figura Nº 7: Ejemplo de Diagrama de Casos de Uso

Fuente: Elaboración propia.

III.2.c.iii. Diagramas de Actividad

El diagrama de actividad en UML complementa al diagrama de caso de uso al proporcionar una representación gráfica del flujo de interacción dentro de un escenario de uso específico. De manera similar al diagrama de flujo, un diagrama de actividad utiliza rectángulos redondeados para indicar una función específica del sistema, fechas para representar el flujo a través del sistema, rombos de decisión para mostrar una ramificación por decisión (cada flecha que sale del rombo se etiqueta), y líneas horizontales sólidas para indicar que ocurren actividades paralelas.

Como ejemplo se puede citar el siguiente diagrama de casos de uso, para después especificar con más detalle la función de "Acceso a la cámara de vigilancia vía Internet" mediante un diagrama de actividad.

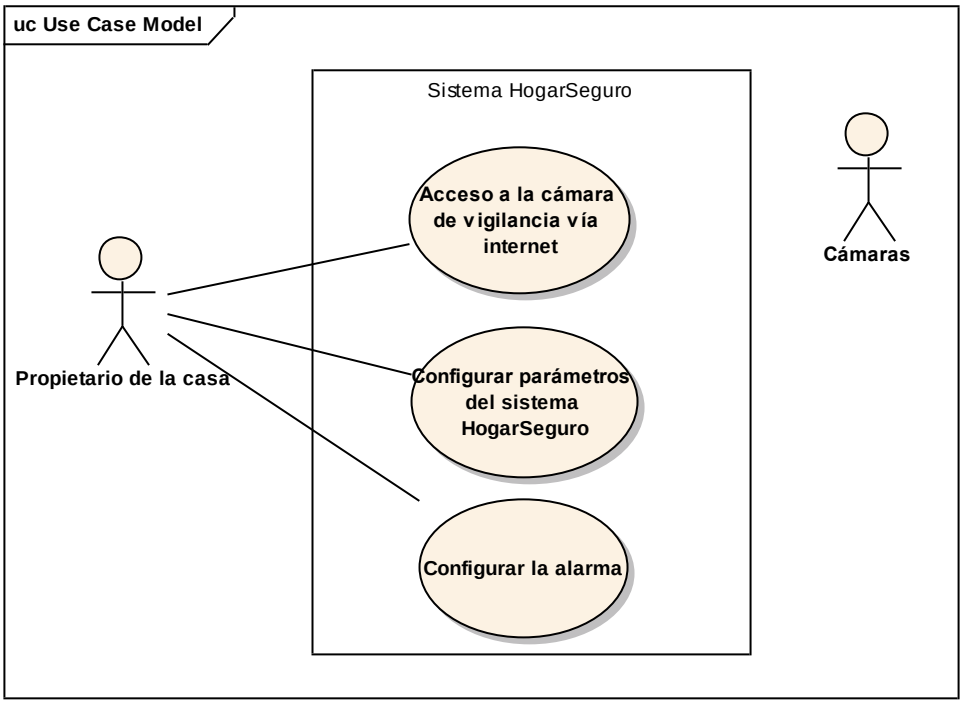


Figura Nº 8: Ejemplo de Diagrama de Casos de Uso para Sistema HogarSeguro

Fuente: [PRESSMAN2006]

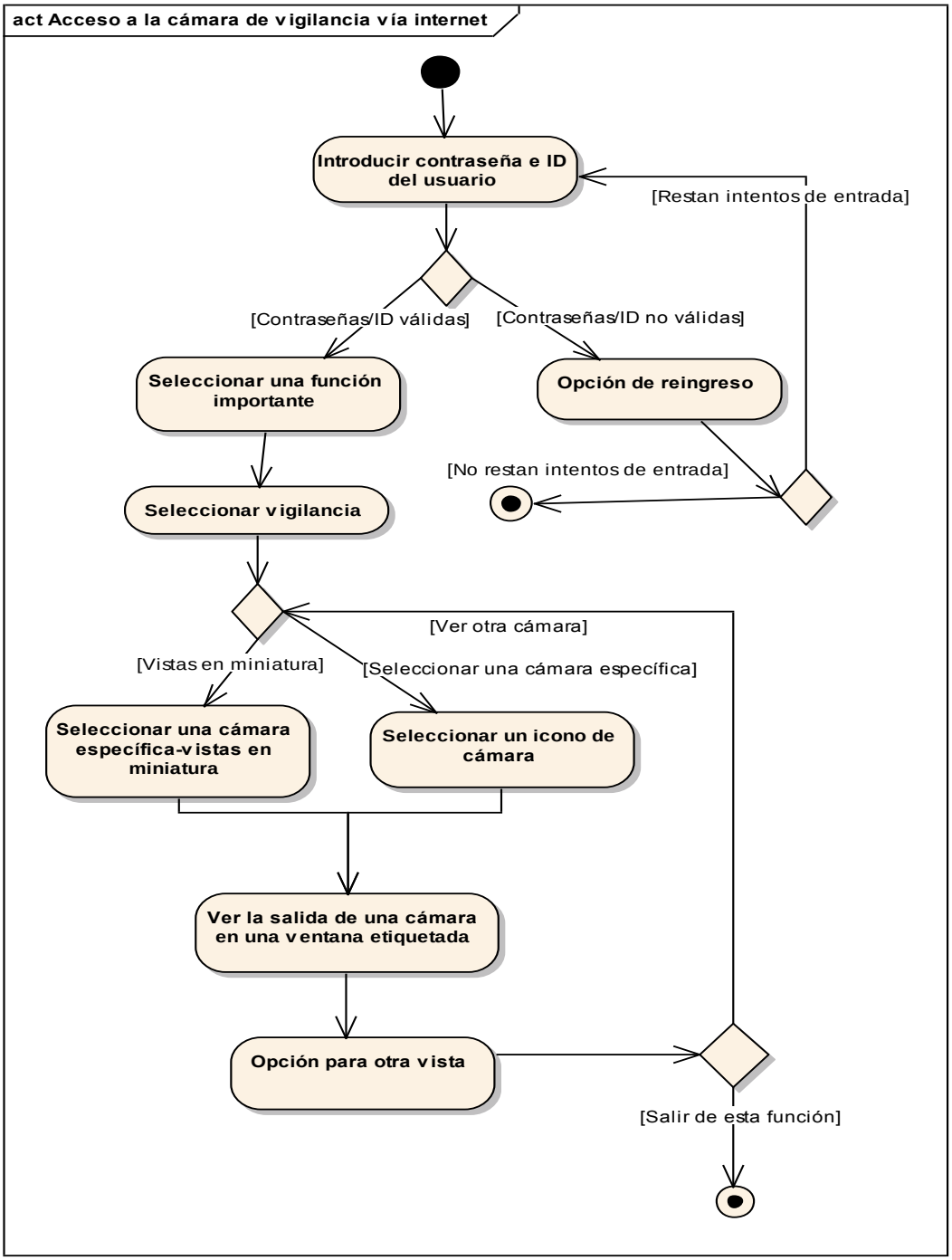


Figura Nº 9: Ejemplo de Diagrama de Actividad para caso de uso "Acceso a la cámara de vigilancia vía Internet" del Sistema HogarSeguro

Fuente: [PRESSMAN2006]

En la figura anterior se muestra un diagrama de actividad para la función "Acceso a la cámara de vigilancia vía Internet". Se debe resaltar que el diagrama de actividad agrega detalles adicionales que no se mencionan de manera directa (pero si implícita) en el caso de uso. Por ejemplo, un usuario puede intentar ingresar la ID usuario y la contraseña sólo un número limitado de veces. Esto se representa mediante un rombo de decisión debajo de opción para reingreso.

III.2.c.iv. Diagramas de Carril

Este diagrama es una variación útil del diagrama de actividad, ya que permite al modelador la representación del flujo de actividades descritas por el caso de uso, y al mismo tiempo, indicar qué acto (si hay múltiples actores involucrados en una función específica) o clase de análisis tiene la responsabilidad de la acción descrita mediante un rectángulo de actividad. Las responsabilidades se representan como segmentos paralelos que dividen al diagrama en forma vertical u horizontal, como los carriles de una piscina olímpica.

En la siguiente figura se muestra un diagrama de carril con tres clases de análisis (actores) –Propietario, Interfaz y Cámara– con responsabilidades directas o indirectas en el contexto del Sistema HogarSeguro. Respecto al diagrama de actividad mostrado anteriormente, se reorganizó de forma que las actividades asociadas con una clase de análisis particular pertenezca al carril correspondiente a dicha clase. Por ejemplo, la clase Interfaz representa la interfaz con el usuario de acuerdo con la visión del propietario. El diagrama de actividad considera dos opciones que son responsabilidad de la interfaz: opción para el reingreso y opción para otra vista. Estas opciones y las decisiones asociadas con ellas pertenecen al carril de Interfaz. Sin embargo, las flechas conducen desde ese carril de regreso al carril de propietario, donde ocurren las acciones del propietario.

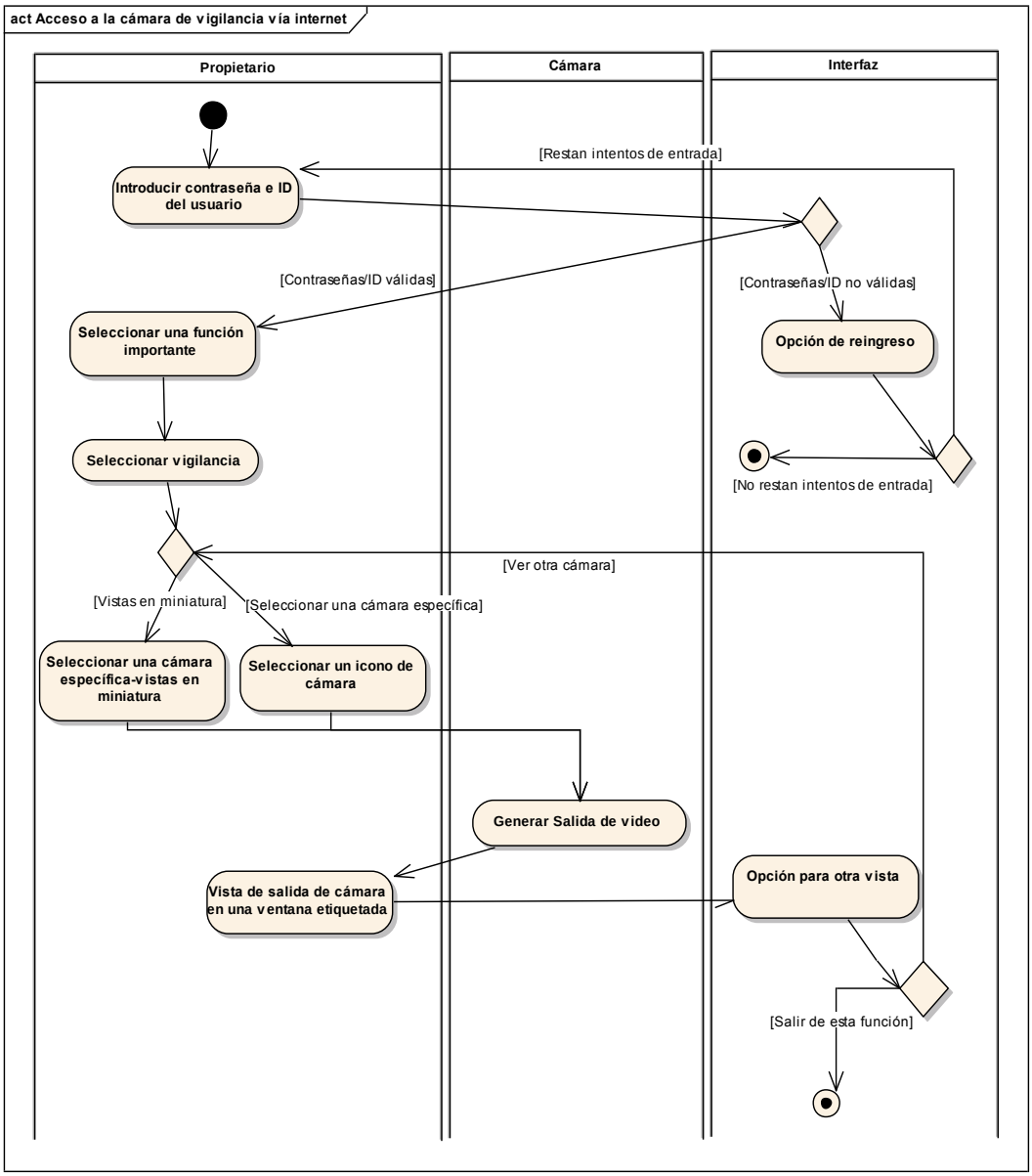


Figura Nº 10: Ejemplo de Diagrama de Carril para caso de uso "Acceso a la cámara de vigilancia vía Internet" del Sistema HogarSeguro

Fuente: [PRESSMAN2006]

III.2.c.v. Diagramas de Entidad-Relación

Es una herramienta para el modelado de datos de un sistema de información. Estos modelos expresan entidades relevantes para un sistema de información, sus interrelaciones y propiedades.

El Modelo Entidad-Relación es un concepto de modelado para bases de datos, propuesto por Peter Chen, mediante el cual se pretende 'visualizar' los objetos que pertenecen a la Base de Datos como entidades (esto es similar al modelo de Programación Orientada a Objetos) las cuales tienen unos atributos y se vinculan mediante relaciones.

Es una representación lógica de la información. Mediante una serie de procedimientos se puede pasar del modelo E-R a otros, como por ejemplo el modelo relacional.

El modelado entidad-relación es una técnica para el modelado de datos utilizando diagramas entidad relación. No es la única técnica pero sí la más utilizada. Brevemente consiste en los siguientes pasos:

1. Se parte de una descripción textual del problema o sistema de información a automatizar (los requisitos).
2. Se hace una lista de los sustantivos y verbos que aparecen.
3. Los sustantivos son posibles entidades o atributos.
4. Los verbos son posibles relaciones.
5. Analizando las frases se determina la cardinalidad de las relaciones y otros detalles.
6. Se elabora el diagrama (o diagramas) entidad-relación.
7. Se completa el modelo con listas de atributos y una descripción de otras restricciones que no se pueden reflejar en el diagrama.

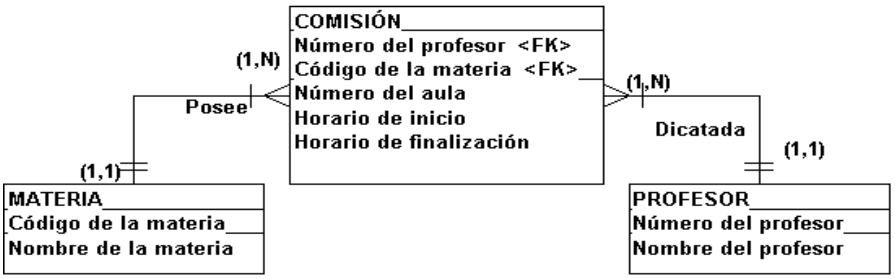


Figura Nº 11: Ejemplo de Diagrama de Entidad-Relación

Fuente: [PERISSÉ2001]

III.2.d. Herramientas CASE

Las Herramientas CASE (Computer Aided Software Engineering, Ingeniería de Software Asistida por Computadora) son diversas aplicaciones informáticas destinadas a aumentar la productividad en el desarrollo de software reduciendo el coste de las mismas en términos de tiempo y de dinero. Estas herramientas pueden ayudar en todos los aspectos del ciclo de vida de desarrollo del software en tareas como el proceso de realizar un diseño del proyecto, calculo de costes, implementación de parte del código automáticamente con el diseño dado, compilación automática, documentación o detección de errores entre otras.

III.2.d.i. Objetivos

1. Mejorar la productividad en el desarrollo y mantenimiento del software.
2. Aumentar la calidad del software.
3. Mejorar el tiempo y coste de desarrollo y mantenimiento de los sistemas informáticos.
4. Mejorar la planificación de un proyecto.
5. Aumentar la biblioteca de conocimiento informático de una empresa ayudando a la búsqueda de soluciones para los requisitos.
6. Automatizar, desarrollo del software, documentación, generación de código, pruebas de errores y gestión del proyecto.
7. Ayuda a la reutilización del software, portabilidad y estandarización de la documentación
8. Gestión global en todas las fases de desarrollo de software con una misma herramienta.
9. Facilitar el uso de las distintas metodologías propias de la ingeniería del software.

III.2.d.ii. Clasificación

Aunque no es fácil y no existe una forma única de clasificarlas, las herramientas CASE se pueden clasificar en base a los parámetros siguientes:

- Las plataformas que soportan.
- Las fases del ciclo de vida del desarrollo de sistemas que cubren.
- La arquitectura de las aplicaciones que producen.

- Su funcionalidad.

La siguiente clasificación es la más habitual basada en las fases del ciclo de desarrollo que cubren:

- *Upper CASE*, herramientas que ayudan en las fases de planificación, análisis de requisitos y estrategia del desarrollo, usando, entre otros diagramas UML.
- *Middle CASE*, herramientas para automatizar tareas en el análisis y diseño de la aplicación.
- *Lower CASE*, herramientas que semiautomatizan la generación de código, crean programas de detección de errores, soportan la depuración de programas y pruebas. Además automatizan la documentación completa de la aplicación. Aquí pueden incluirse las herramientas del modelo de Desarrollo Rápido de Aplicaciones (DRA).

Por funcionalidad podríamos diferenciar algunas como:

- Herramientas de generación semiautomática de código.
- Editores UML.
- Herramientas de Refactorización de código.
- Herramientas de mantenimiento como los sistemas de control de versiones.

III.2.e. Pruebas de Aceptación del Software

Las pruebas del software son el conjunto de técnicas que permiten determinar la calidad de un producto software.

La calidad de un sistema software es algo subjetivo que depende del contexto y del objeto que se pretenda conseguir. Para determinar dicho nivel de calidad se deben efectuar unas medidas o pruebas que permitan comprobar el grado de cumplimiento respecto a las especificaciones de requerimientos iniciales del sistema.

Existen dos tipos básicos de pruebas metódicas, pruebas basadas en la no ejecución, en las cuales el desarrollador revisa la codificación del sistema, y pruebas

basadas en la ejecución, en las cuales el desarrollador ejecuta la aplicación contra casos de prueba.

Los casos de prueba o Test Cases son un conjunto de condiciones o variables bajo las cuales el desarrollador determinará si el cumplimiento de un requerimiento funcional de una aplicación es parcial o completamente satisfactorio. Con el propósito de comprobar que todos los requerimientos funcionales de una aplicación son revisados, debe haber al menos un caso de prueba para cada requerimiento.

La selección de los casos de prueba se pueden hacer mediante dos enfoques: pruebas de las especificaciones y pruebas de código. Las pruebas de las especificaciones también se les llama Caja-Negra, de comportamiento, controlada por datos, o funcional. En este enfoque, se ignora el código; la única información utilizada para trazar los casos de prueba es el Documento de Especificaciones de Requerimientos del Software (ERS). El otro extremo son las pruebas de código en donde se ignora el Documento de Especificaciones cuando se seleccionan los casos de prueba. Otros nombres para esta técnica son caja-de cristal, caja blanca, estructural, controlada por la lógica y pruebas orientadas hacia la ruta.

Las variaciones de los casos de prueba son comúnmente utilizadas en pruebas de aceptación que son pruebas de Caja-Negra. La prueba de aceptación es realizada por un grupo de usuarios finales o los clientes del sistema, para asegurarse que el sistema desarrollado cumple sus requerimientos funcionales. Como el conjunto de casos de prueba puede ser repetitivo en su ejecución contra la aplicación, es posible que el desarrollador del sistema pueda trasladar y simular estos casos de prueba a un software encargado de controlar y automatizar su ejecución. De esta manera dicho software podrá emitir reportes sobre los resultados obtenidos de los casos de prueba realizados y comparará con los resultados esperados del cliente final tomados de los requerimientos funcionales establecidos en el documento ERS. La calificación final de esta comparación es si la aplicación Web pasa o falla cada prueba realizada y así se podrá determinar el cumplimiento de los requerimientos funcionales propuestos.

III.2.f. Ingeniería de Reversa

Ingeniería de Reversa es el proceso de análisis de un sistema informático para crear representaciones o modelos del sistema a un nivel de abstracción superior. Este proceso involucra *retroceder* en el ciclo de desarrollo de un sistema desde la implantación hasta la fase de análisis. Mediante este tipo de técnica, la estructural relacional de un sistema puede ser descubierta y representada en un modelo, si se tiene acceso a los objetos almacenados en la base de datos del sistema. Estos objetos pueden ser tablas, vistas, disparadores (triggers), consultas, funciones e incluso las mismas relaciones entre las tablas.

El proceso de Ingeniería de Reversa es un proceso de examinación solamente. El sistema informático que se esta analizando no será modificado.

III.3. Aplicación Web

Una aplicación Web es un sistema informático que los usuarios utilizan accediendo a un servidor Web a través de Internet o de una intranet. Las aplicaciones Web son populares debido a la practicidad del navegador Web como cliente ligero. La habilidad para actualizar y mantener aplicaciones Web sin distribuir e instalar software en miles de potenciales clientes es otra razón de su popularidad. Entre las aplicaciones Web más comunes encontramos el correo Web, sistemas de reserva, compra online, sitios de subastas, juegos y aplicaciones multimedia.

III.3.a. Historia

En los primeros tiempos de la computación cliente-servidor, cada aplicación tenía su propio programa cliente y su interfaz de usuario, estos tenían que ser instalados separadamente en cada estación de trabajo de los usuarios. Una mejora al servidor, como parte de la aplicación, requería típicamente una mejora de los clientes instalados en cada una de las estaciones de trabajo, añadiendo un costo de soporte técnico y disminuyendo la eficiencia del personal.

En contraste, las aplicaciones Web generan dinámicamente una serie de páginas en un formato estándar, soportado por navegadores Web comunes como HTML o XHTML. Se utilizan lenguajes interpretados del lado del cliente, tales como JavaScript, para añadir elementos dinámicos a la interfaz de usuario. Generalmente cada página Web individual es enviada al cliente como un documento estático, pero la secuencia de páginas provee de una experiencia interactiva.

III.3.b. Interfaz

Las interfaces Web tienen ciertas limitantes en la funcionalidad del cliente. Métodos comunes en las aplicaciones de escritorio como dibujar en la pantalla o arrastrar-y-soltar no están soportadas por las tecnologías Web estándar. Los desarrolladores Web comúnmente utilizan lenguajes interpretados del lado del cliente para añadir más funcionalidad, especialmente para crear una experiencia interactiva que no requiera recargar la página cada vez (cosa que suele molestar a los usuarios). Recientemente se han desarrollado tecnologías para coordinar estos lenguajes con tecnologías del lado del servidor, como por ejemplo PHP y ASP.NET. AJAX, es una técnica de desarrollo Web que usa una combinación de varias tecnologías.

III.3.c. Consideraciones Técnicas

Una ventaja significativa en la construcción de aplicaciones Web que soporten las características de los browsers estándar es que deberían funcionar igual independientemente de la versión del sistema operativo instalado en el cliente. En vez de crear clientes para Windows, Mac OS X, GNU/Linux, y otros sistemas operativos, la aplicación es escrita una vez y es mostrada casi en todos lados. Sin embargo, aplicaciones inconsistentes de HTML, CSS, DOM y otras especificaciones de browsers pueden causar problemas en el desarrollo y soporte de aplicaciones Web. Adicionalmente, la habilidad de los usuarios a personalizar muchas de las características de la interfaz (como tamaño y color de fuentes, tipos de fuentes, inhabilitar Javascript) puede interferir con la consistencia de la aplicación Web.

III.3.d. Estructura

Aunque muchas variaciones son posibles, una aplicación Web está comúnmente estructurada como una aplicación de tres-capas. En su forma más común, el navegador Web es la primera capa, un motor usando alguna tecnología Web dinámica (ejemplo: CGI, PHP, Java Servlets o ASP.NET) es la capa de en medio, y una base de datos como última capa. El navegador Web manda peticiones a la capa media, que la entrega valiéndose de consultas y actualizaciones a la base de datos generando una interfaz de usuario.

III.3.e. Ajax (JavaScript asíncrono y XML)

Acrónimo de Asynchronous JavaScript And XML (JavaScript asíncrono y XML), es una técnica de desarrollo Web para crear aplicaciones Web interactivas. Éstas se ejecutan en el cliente, es decir, en el navegador de los usuarios, y mantiene comunicación asíncrona con el servidor en segundo plano. De esta forma es posible realizar cambios sobre la misma página sin necesidad de recargarla. Esto significa aumentar la interactividad, velocidad y usabilidad en la misma.

Ajax es una combinación de tres tecnologías ya existentes:

- **XHTML** (o **HTML**) y hojas de estilos en cascada (CSS) para el diseño que acompaña a la información.
- Document Object Model (DOM) accedido con un lenguaje de scripting por parte del usuario, especialmente implementaciones ECMAScript como JavaScript y JScript, para mostrar e interactuar dinámicamente con la información presentada.
- El objeto **XMLHttpRequest** para intercambiar datos asincrónicamente con el servidor Web. En algunos marcos de trabajo (frameworks) y en algunas situaciones concretas, se usa un objeto iframe en lugar del XMLHttpRequest para realizar dichos intercambios.
- XML es el formato usado comúnmente para la transferencia de vuelta al servidor, aunque cualquier formato puede funcionar, incluyendo HTML preformateado, texto plano, JSON y hasta EBML.

III.3.e.i. Justificación de su Uso

La más importante razón por la que se emplea Ajax en la codificación de las aplicaciones Web es para superar los requerimientos de recarga de las páginas Web. Ajax crea las condiciones iniciales necesarias para la evolución de interfaces de usuario complejas, intuitivas, dinámicas y centrada en datos.

El modelo clásico de las aplicaciones Web trabaja de esta manera: la mayoría de las acciones los usuarios realizados mediante la interfaz ejecutan una solicitud HTTP de regreso al servidor Web. El servidor procesa estas solicitudes –retornando datos, haciendo cálculos, se comunica con otros sistemas– y después retorna una página Web HTML al cliente.

Este último enfoque tiene mucho sentido técnico, pero no define la mejor experiencia para el usuario. Mientras el servidor Web realiza el procesamiento, ¿qué está haciendo el usuario? Es correcto, esperando. Y por cualquier otro paso necesario para finalizar la tarea que el usuario invocó, éste espera más tiempo.

Por otra parte, una aplicación Web con Ajax elimina esa brecha de espera del usuario introduciendo un intermediario –el motor Ajax– entre el cliente y el servidor. En lugar de cargar la página Web, al inicio de una sesión de usuario, el navegador carga el motor Ajax –escrito en JavaScript y usualmente es escondido del usuario. Este motor es responsable tanto de mostrar la interfaz como de comunicarse con el servidor en representación del usuario. El motor Ajax permite que la interacción del usuario con la aplicación Web suceda de manera asincrónica –independiente de la comunicación con el servidor. Así de esta manera el usuario no tiene que esperar mientras el servidor realiza el procesamiento de la información.

A continuación se muestra la siguiente figura que describe el comportamiento tanto del modelo clásico de aplicaciones Web en comparación con el modelo Ajax para aplicaciones Web.

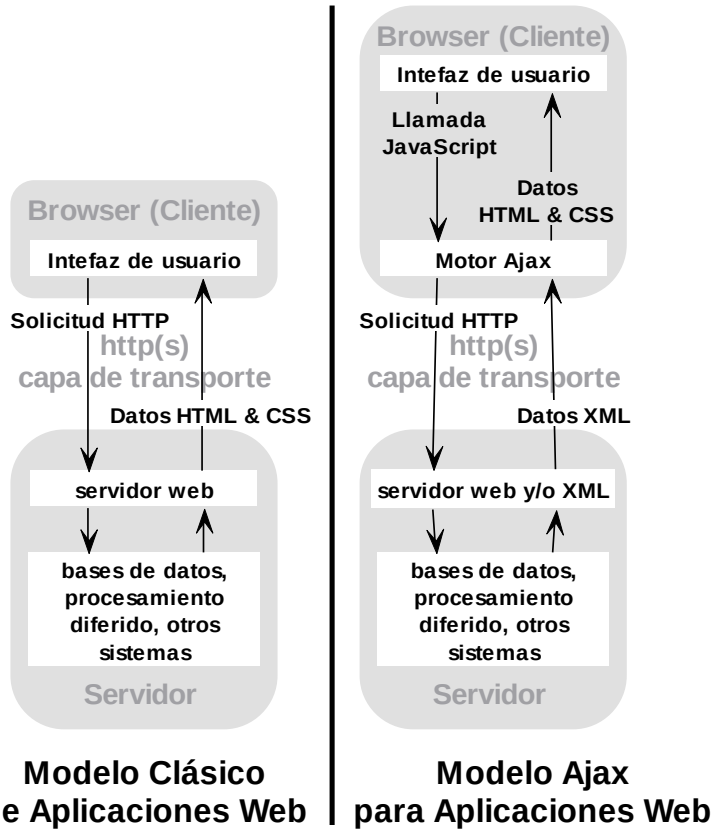


Figura Nº 12: El modelo tradicional de aplicaciones Web comparado con el modelo Ajax para aplicaciones Web

Fuente: [JAMESGARRET2005]

Cada acción tomada por el usuario genera normalmente una solicitud HTTP la cual se convierte en una llamada JavaScript al motor Ajax. Cualquier respuesta a una acción del usuario que no requiera una petición al servidor –por ejemplo validación de datos, edición de datos en memoria, navegación –el motor la maneja por si sólo. Si el motor necesita cierta información del servidor para poder responderle correctamente al usuario –si esta ingresando datos para procesamiento, cargando código de interfaz adicional, o retornando nuevos datos– el motor realiza esas peticiones asincrónicamente, usualmente utilizando XML, sin detener la interacción del usuario con la aplicación. A continuación se muestra la representación gráfica del flujo de información tanto en el modelo tradicional de aplicaciones Web como en el modelo Ajax para estas aplicaciones.

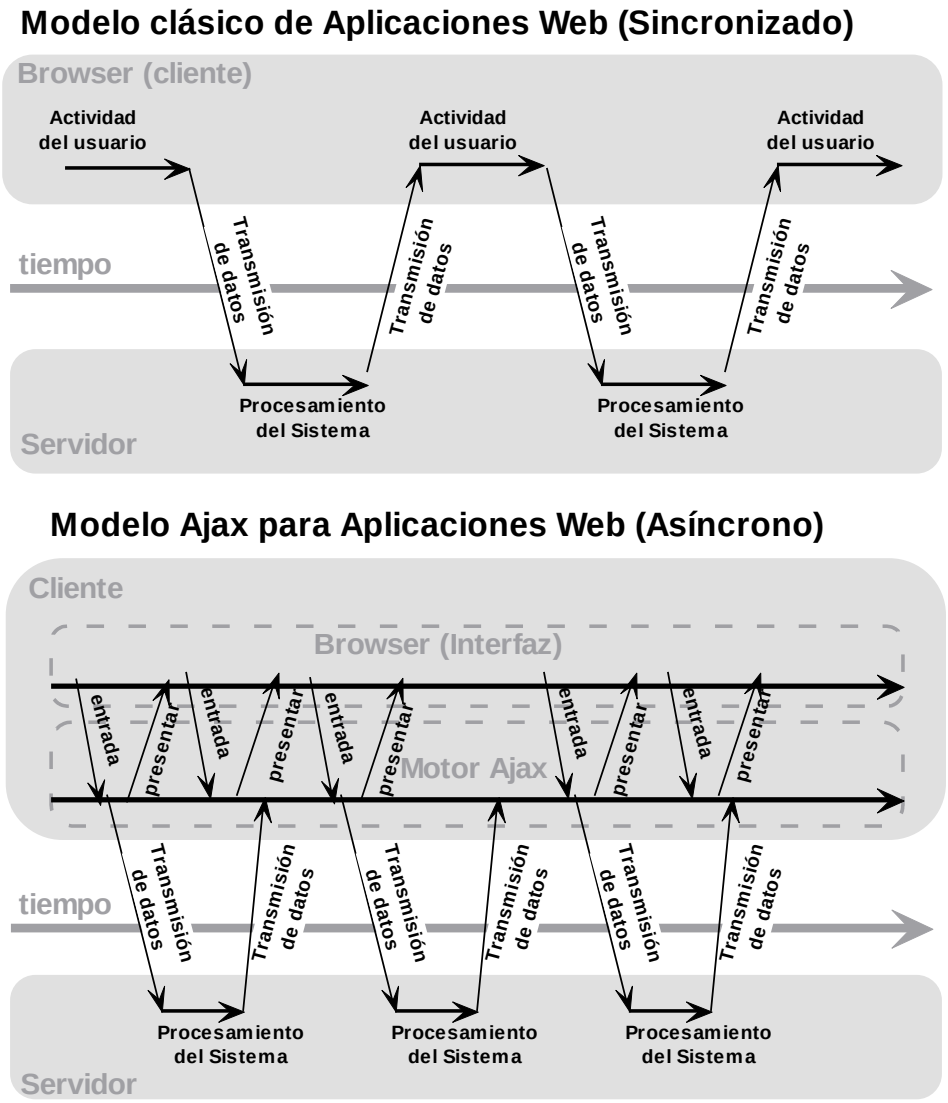


Figura Nº 13: El patrón de la interacción sincronizada de una aplicación Web tradicional (arriba) comparado con el patrón asíncrono de una aplicación Web con Ajax (abajo)

Fuente: [JAMESGARRET2005]

III.4. Arquitecturas de Software

Antes que todo, es válido aclarar que no existe una definición universalmente aceptada del término Arquitectura del Software, pues esta es un área poco explorada, aunque sus raíces están muy arraigadas a la ingeniería del software.

No obstante, a la falta de una definición estándar, se han elaborado cientos de ellas. A continuación, por lo tanto, se intentará reflejar la naturaleza intrínseca de la Arquitectura del Software.

Los Tres Amigos, Booch, Rumbaugh y Jacobson, definen a la arquitectura como:

> *El conjunto de decisiones significativas sobre la organización de un sistema de software, la selección de los elementos estructurales y sus interfaces, de los cuales el sistema está compuesto, junto al comportamiento tal como se especifica por la colaboración de dichos elementos, la composición estructural y conductual de los elementos en subsistemas progresivamente más grandes, y el estilo arquitectónico que dirige dicha organización, éstos elementos, sus interfaces, y su composición.*

Otra explicación más exhaustiva de arquitectura se presenta a continuación [JAHAZERI00]:

> *La arquitectura de software de un programa o sistema computacional es la estructura o estructuras del sistema, que comprende varios componentes de software, las propiedades externamente visibles de dichos componentes, y las relaciones entre ellos.*

El intento de dicha definición es de que la arquitectura del software deberá abstraer alguna información del sistema (pues sino, no tendría razón de ser, pues se estaría simplemente ante el sistema completo) y aún así proveer suficiente información para servir de fundamento para el análisis y el diseño de la aplicación Web.

Algunas Implicaciones de la Arquitectura:

- La Arquitectura define Componentes. La Arquitectura contiene información sobre cómo los componentes interactúan entre sí. Esto significa que la arquitectura omite el contenido específico de los componentes que no corresponde a su interacción.

- La Definición aclara que los sistemas pueden comprender más de una estructura, tal que ninguna estructura por sí sola puede definirse como "la arquitectura". Con esta intención, la definición no especifica qué son componentes arquitectónicos, y qué tipo de relaciones se establecen. Pueden ser objetos, procesos, bibliotecas, bases de datos, productos comerciales y mucho más que eso.
- La Definición Implica que todo sistema de software tiene una arquitectura, pues cada sistema puede representarse como estructuras de componentes y las relaciones entre ellos.
- El comportamiento de cada componente es parte de la arquitectura, mientras tanto ese comportamiento pueda ser observado desde el punto de vista de otro componente. Este comportamiento permite que los componentes interactúen, los cual es obviamente parte de la arquitectura. Por lo tanto, la mayoría de los diagramas simples de cajas y líneas no son en realidad una arquitectura, pues no comprenden documentación.

La intención de la arquitectura, es permitir que los diseñadores de software puedan trabajar libremente con los espacios dejados dentro de la arquitectura. No obstante, la arquitectura involucra:

- Definir cómo se usará el sistema
- Cuál es la funcionalidad esperada del sistema
- Cualquier problema de desempeño que se deba considerar.
- Resistencia a la cambio mediante la implementación
- Restricciones Tecnológicas y Económicas, y ponderaciones. La arquitectura puede considerar diferentes soluciones para el mismo problema, permitiendo discutir distintas soluciones tecnológicas y la adopción de las mejores alternativas.

III.4.a. Importancia de una Arquitectura

Se ha definido con anterioridad, en qué consiste una arquitectura, pero ¿Cuál es su importancia en los procesos de desarrollo del software? A continuación se presentan algunas de las razones para construir una arquitectura y utilizarla en todo el proceso del desarrollo:

- **Comprender el Sistema:** Los sistemas de software pueden ser grandes y complejos, y deben satisfacer requisitos conflictivos. Una arquitectura provee un plano conveniente o modelo del sistema a ser producido. Esto abstrae muchos detalles de implementación, pero coloca en posición a los elementos que deben satisfacer los diversos requisitos y funciones.

- **Organizar el Desarrollo:** Es decir, que la arquitectura ayuda a organizar a los especialistas en cada área de la construcción del software. En otras palabras, primero ayuda a separar los intereses de aquellos grupos, de tal manera que aquellos involucrados en los "fontaneros del sistema" sólo se preocupen por problemas de fontanería. Además identifica la interrelación entre los distintos intereses, de tal manera que indica los puntos en los que se interceptan de forma clara y documentada.

- **Promover la Reutilización:** El problema de escribir código reutilizable es que se necesita identificar qué parte del producto es reutilizable. No obstante, la arquitectura puede facilitar la solución, pues con una vista de alto nivel, se identifican los sistemas y subsistemas en etapas tempranas. Así pues, los subsistemas comunes pueden luego ser creados para la reutilización.

- **Promover la Continuidad del Desarrollo:** Pocos sistemas de cualquier tamaño o enfoque, son producidos para jamás ser alterados. Es más común que un sistema evolucione con el tiempo, cuando nueva funcionalidad es agregada, o la existente es modificada. La arquitectura original es esencial para ayudar a controlar la evolución del sistema a través del tiempo.

En la realidad, una buena arquitectura requiere de pocas modificaciones durante el ciclo de vida del sistema, pero puede ser instrumental para el éxito de versiones subsiguientes. Ello se debe a que provee la estructura global en la cual nuevas adiciones o modificaciones pueden ser ajustadas. El diseño real del sistema, es por lo general, muy detallado para proveer una visión general, y por lo tanto, los futuros diseñadores e

implementadores pueden interpretar mal el diseño, o aún ignorarlo. La arquitectura ayuda a minimizar dichos problemas.

III.4.b. Arquitectura Multicapa (N-Capas)

Una capa puede definirse como "una o más filas, niveles, o estratos agrupados uno encima del otro". A partir de esto se puede obtener una definición adaptada para el entendimiento de lo que es una arquitectura multicapa y como se relaciona a la arquitectura de una aplicación: "un sin número de niveles agrupados uno sobre otro, cada uno con una función distinta y separada" [CHARTIER].

También se puede hacer referencia a la siguiente definición:

"Una arquitectura multicapa es aquella que por lo menos contiene 3 capas lógicas o partes que están separadas. Cada capa interactúa solamente con la capa de abajo y tiene una función específica de la cual es responsable." [YANG2001]

La implementación de cada capa puede alojarse en diferentes servidores mediante cambios menores al código de la aplicación, de tal manera que esta misma pueda escalarse y manejar mayor carga para cada servidor. Además, cada capa está internamente oculta para las otras capas y esto hace posible el cambio o la actualización de una capa sin recompilar o modificar las otras capas. Por ejemplo, si se supone que existe una capa de Acceso a Datos y otra capa de Lógica del Negocio y por algún dado caso, el esquema de datos en una base de datos cambia, sólo es necesario modificar la capa de Acceso a Datos sin alterar la capa de Lógica del Negocio.

Típicamente una arquitectura multicapa esta compuesta de abajo hacia arriba por las siguientes capas:

1. **Capa de Datos**: corresponde al Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD), por ejemplo SQL Server, Access, Oracle, MySQL hasta archivos de texto plano. Esta capa puede ser tan compleja y completa como los productos de alta gama como SQL Server y Oracle, los cuales incluyen aspectos tales como optimización de

consultas (queries), indexación, replicación hasta llegar a simples archivos de texto plano (y el motor para leerlos y buscar estos archivos). Esta capa esta pensada solamente para ocuparse del almacenamiento y de la recuperación de la información. No es responsable de ninguna estrategia para manipular o entregar la información al usuario. Esta capa también incluye los procedimientos almacenados.

2. **Capa de Acceso a Datos**: Esta capa es donde el desarrollador codifica algunos métodos (funciones) genéricos para crear una interfaz que permita interactuar con los datos de la base de datos. Por ejemplo, se puede codificar un componente para crear y abrir una conexión a una base de datos y otro para crear y ejecutar un comando SQL en conjunto con un procedimiento almacenado. Este nivel también incluye algunos métodos específicos, tales como "guardarProductos" por ejemplo, el cual podrá ser ejecutado por el *objeto Producto* (Capa de Negocios) para almacenar un producto nuevo en la base de datos y así de esta manera dicho método se encargará de guardar los datos del producto nuevo en la base de datos (Capa de Datos). Esta capa provee la interfaz directa con la base de datos. Aquí se maneja todo el contenido SQL necesario para poder manipular la información almacenada en la capa de datos.

3. **Capa de Negocios**: Aquí es donde reside el cerebro de la aplicación; contiene aspectos como reglas del negocio, manipulación de datos, etc. Esta capa no tiene nada que ver con código HTML, ni tampoco con su salida. Tampoco tiene que ver con comandos SQL o de acceso a datos y no debería contener ningún código que permita acceder a la base de datos. Estas tareas están asignadas para la capa correspondiente arriba o debajo de esta.

   En este nivel, se empieza a aplicar la programación orientada a objetos. Se crean objetos en los cuales se definen métodos para manipular sus atributos y para interactuar con otros objetos. Se implementan las reglas del negocio mediante programación que son las que describen el comportamiento y el orden del flujo de trabajo en el contexto de la organización y sus consecuentes validaciones de datos con el fin de que la información que sea ingresada o consultada en la aplicación sea correcta, precisa y coherente.

4. **Capa Lógica de Presentación**: está compuesta por documentos codificados en lenguaje del lado del servidor, tales como ASP.NET o PHP. Esta es la capa que da soporte lógico al funcionamiento de la interfaz del usuario final dentro de la aplicación (Capa de Páginas Web). Trabaja con los datos resultantes (salidas) de la Capa de Negocio para transformarlos en información útil y legible por el usuario final.

5. **Capa de Interfaz Gráfica del Usuario (Páginas Web)**: esta capa representa la interfaz visual (páginas Web) para el usuario final. Cuando el servidor Web ha procesado la información ingresada, genera una página Web (HTML/JavaScript/DHTML/XML) con la información formateada y agrupada de manera que el usuario pueda leerla e interpretarla fácilmente para poder seguir interactuando con ella. Esta capa incluye las páginas Web generadas: sus controles (botones, formularios, tablas), código de validación del lado del cliente, hojas de estilo (CSS), el texto, las imágenes y otro tipo de contenido multimedia.

   Esta capa es el límite entre lo que se ejecuta al lado del cliente y lo que se ejecuta del lado del servidor (capas inferiores a ésta). Aquí es donde se incluye también el motor de Ajax para controlar y administrar las peticiones asíncronas de la aplicación Web.

III.5. Integración de Sistemas Informáticos

Conforme las empresas van definiendo e implantando Sistemas de Información se hace más evidente la necesidad de racionalizar los esfuerzos, costes y recursos destinados a los mismos. Sobre todo cuando las normas de referencia en las que se basan, comparten requisitos en un porcentaje importante, y la metodología de gestión es al cien por cien idéntica.

Por lo tanto, el planteamiento de optimizar recursos, costes y esfuerzos vendrá por la integración común de todos aquellos conceptos cuya gestión tienen aspectos y

requisitos comunes. El objetivo no es otro que evitar duplicidades, optimizar recursos y simplificar al máximo la gestión de todos los Sistemas.

Integración es el proceso a través del cual la organización, en este caso Comasa, aprende a introducir criterios y especificaciones en sus procesos y en sus sistemas de modo que satisfagan a todos sus clientes (internos, externos, institucionales, partes interesadas, etc.) de forma simultánea, ahorrando costes y esfuerzos, con un espíritu innovador, autocrático y comprometido con la mejora continua.

En el campo de la Tecnología de la Información, la integración de sistemas es el proceso de vincular diferentes sistemas de computación y aplicaciones de software físicamente y funcionalmente en un todo. Los integradores de sistemas tratan de unir estos sistemas "*pegando*" sus interfaces entre sí.

Muchos Gerentes de Sistemas se han esforzado en integrar los sistemas en sus organizaciones debido a los beneficios de ésta; sin embargo, la integración es compleja, costosa y riesgosa. Hoy en día debido a las presiones de la competencia y el mismo Internet, se ha visto más la importancia de la integración de los procesos del negocio, y por tanto, los sistemas de información que los gestionan.

Muchos proveedores de tecnología han dado respuesta con numerosos productos para facilitar la integración de los sistemas. Se derivan tres enfoques para la integración, los cuales se explican a continuación.

III.5.a. Integración mediante Sistemas de Gestión de Base de Datos (SGBD)

Los Sistemas de Gestión de Base de Datos permiten a las aplicaciones informáticas compartir información almacenada en bases de datos locales o distribuidas. Estas aplicaciones pueden provenir de diferentes fuentes, pero emplean una base de datos en común.

III.5.b. Integración mediante Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP)

Los Sistemas ERP son sistemas de información gerenciales que integran y manejan muchos de los negocios asociados con las operaciones de producción y de los aspectos de distribución de una compañía comprometida en la producción de bienes o servicios.

Todos los módulos (subsistema) contenidos en este tipo de sistemas provienen de un solo proveedor y están específicamente diseñados para comunicarse entre sí. Los sistemas ERP típicamente manejan la producción, logística, distribución, inventario, envíos, facturas y una contabilidad para la compañía de la Planificación de Recursos Empresariales o el software ERP puede intervenir en el control de muchas actividades de negocios como ventas, entregas, pagos, producción, administración de inventarios, calidad de administración y la administración de recursos humanos.

Los ERP están funcionando ampliamente en todo tipo de empresas modernas. Todos los departamentos funcionales que están involucrados en la operación o producción están integrados en un solo sistema.

III.5.c. Integración Middleware

Este es un enfoque de integración mediante terceras partes; las aplicaciones informáticas se comunican entre sí mediante software de traducción de terceros.

Middleware es un software de conectividad que ofrece un conjunto de servicios que hacen posible el funcionamiento de aplicaciones distribuidas sobre plataformas heterogéneas. Funciona como una capa de abstracción de software distribuida, que se sitúa entre las capas de aplicaciones y las capas inferiores (sistema operativo y red). El Middleware nos abstrae de la complejidad y heterogeneidad de las redes de comunicaciones subyacentes, así como de los sistemas operativos y lenguajes de programación, proporcionando una interfaz para la fácil programación y manejo de

aplicaciones distribuidas. Dependiendo del problema a resolver y de las funciones necesarias, serán útiles diferentes tipo de servicios de middleware.

III.6. Sistema Exactus Impulso

Exactus Impulso™ es una sofisticada herramienta de apoyo a la gestión gerencial diseñada específicamente para aumentar la competitividad de la pequeña y mediana empresa en Latinoamérica. Sus bases son el conocimiento, las mejores prácticas de negocios y el manejo de la información para la óptima toma de decisiones.

Basada en su amplia experiencia internacional, Exactus ha creado un nuevo concepto de solución tan poderoso y flexible como su producto corporativo, pero adaptado a las necesidades específicas de la empresa mediana, de manera que sea mucho más fácil de usar, adquirir, e implementar.

Exactus Impulso es una solución integral que contempla todas las áreas del negocio. Cubre las siguientes unidades organizacionales:

Figura Nº 14: Áreas del Negocio gestionadas por el Sistemas Exactus Impulso

Fuente: [EXACTUSWEB]

IV. Hipótesis

Mediante el desarrollo de una aplicación Web basada en N-Capas utilizando Herramientas Case y Ajax e integrada al Sistema Exactus Impulso, considerando los requerimientos de Comasa y los recursos tecnológicos y económicos disponibles, se gestionará y controlará efectivamente el Proceso de Solicitud de Materiales y como resultado se obtendrán beneficios oportunos para el crecimiento de la empresa.

V. Diseño Metodológico

V.1. Tipo de Investigación

La presente investigación monográfica ha sido concebida en virtud de la metodología de investigación documental, considerando ésta como la base fundamental para la obtención de los resultados a evidenciarse mediante el cumplimiento de los objetivos propuestos. Se clasifica al tipo de investigación como descriptiva-correlacional, pues en ella se describió inicialmente las oportunidades de mejora del actual Proceso de Solicitud de Materiales, con el fin de establecer un marco referencial para el desarrollo de una Aplicación Web, que permita gestionar y controlar de manera efectiva este proceso. Precisamente, mediante la ejecución de pruebas de aceptación con la misma, se validaron los requerimientos planteados por los usuarios. Además, se dan a conocer los beneficios de la aplicación Web para las actividades administrativas y productivas de la empresa.

V.2. Tipo de Diseño

El diseño de la investigación es pre-experimental. Puesto que su grado de control es mínimo en comparación con el experimento puro y no hay una manipulación estricta de las variables independientes.

Según su ubicación temporal, la investigación es de carácter transversal ya que el análisis, desarrollo e implantación de la Aplicación Web de Solicitud de Materiales se efectuó en un determinado periodo.

V.3. Universo

Se define al Universo de estudio de la monografía como la empresa Comercializadora de Maní, S.A. (COMASA) en su totalidad.

V.4. Muestra

La muestra, dado que habrá de ser representativa, es no probabilística. El tipo de muestreo es por conveniencia debido a la limitante de tiempo a causa de que la aplicación Web desarrollada fue adecuada a las necesidades de la organización; así como por la presencia de distancias considerablemente lejanas para transportarse a cada una de las plantas de la empresa.

Para haber determinado los requerimientos de la Aplicación se consideró la muestra conformada por:

- Jefe de Informática.
- Gerente Financiero.
- 4 Solicitantes de materiales.
- 2 Responsables de Área.
- 2 Responsables de Bodega.
- 2 Responsables de Compra.

Para determinar los beneficios en las áreas administrativas y productivas de la empresa se consideró la siguiente muestra:

- Gerente Financiero.
- Gerente de Operaciones.
- Responsable de Mantenimiento.

V.5. Fuentes de información

V.5.a. Fuentes Primarias

- Proceso de Solicitud de Materiales.
- Personal involucrado en el Proceso de Solicitud de Materiales.

V.5.b. Fuentes Secundarias

- Libros de texto sobre los siguientes temas:

  - "Metodologías de desarrollo de software utilizando herramientas CASE (Ingeniería de Software Asistida por Computadora)"
  - "Desarrollo de aplicaciones Web basadas en N-Capas"
  - "Implementación de Ajax en aplicaciones Web"
- Manuales de procedimientos de la empresa sobre el Proceso de Solicitud de Materiales.
- Manuales de Usuario de los Módulos del Sistema Exactus integrados al Solmat: Administración del Sistema, Control de Inventario y Compras.

V.5.c. Fuentes Terciarias

- Sitios Web relacionados a los temas mencionados en las Fuentes Secundarias.

V.6. Técnicas para la Recopilación de Información

Puesto que el tipo de monografía elaborada es esencialmente correlacional, las técnicas de recolección de datos y los procedimientos de análisis son mixtas, tanto cualitativas como cuantitativas. A continuación se presentan las técnicas de recolección de datos utilizadas:

Tabla Nº 3: Técnicas para la Recopilación de Información

Herramientas	Actividades involucradas
Internet – Navegador Web	Buscar y Clasificar Documentación
Entrevistas semi-estructuradas con el Gerente Financiero y Jefe de Informática	A medida que se avanzó en la investigación, se programaron reuniones con el Gerente Financiero y Jefe de Informática, para obtener información de primera mano acerca de las particularidades de las operaciones, actividades, procedimientos, políticas, tareas y la problemática del Proceso de Solicitud de Materiales.

	Por otro lado, se logró conocer los recursos tecnológicos y económicos disponibles para la ejecución del proyecto de Desarrollo del Solmat. A su vez, se obtuvo información acerca de los costos asociados a la implantación de este sistema.
Encuestas y entrevistas estructuradas a Solicitantes, Responsables de Bodega, Responsables de Compras y Responsables de Área.	Se aplicaron encuestas para conocer con detalle el funcionamiento del Proceso de Solicitud de Materiales y saber cuáles son los requerimientos esperados para un sistema efectivo.
Análisis documental	Se empleó para investigar más sobre las características de la plataforma de software utilizada para el desarrollo de la Aplicación, en base a los recursos de software disponibles en la organización.
Encuesta estructurada a los usuarios finales del Sistema	Una vez desarrollado el sistema, se obtuvo información sobre los requerimientos más relevantes que debían ser cumplidos por este sistema. Esto permitió que se elaboraran Casos de Prueba para evaluar el funcionamiento del Solmat.
Entrevista estructurada al Departamento de Informática	Fue necesario obtener la opinión del Departamento de Informática para validar los Requerimientos No Funcionales del Sistema de Solicitud de Materiales con el fin de comprobar su cumplimiento.

V.7. Técnicas de Análisis de Información

Las técnicas de análisis de información utilizadas son esencialmente las siguientes:

1. Análisis cualitativo de la información: se realizó este tipo de análisis sobre los datos recabados de las encuestas y entrevistas al personal pertinente de la empresa, con el fin de determinar las bases para la creación de los requerimientos; además, para determinar los recursos económicos y tecnológicos disponibles para el Sistema de Solicitud de Materiales.
2. Método Inductivo-Deductivo: se utilizó a lo largo de toda la investigación para lograr el entendimiento integral de las fases del Proceso de Solicitud de Materiales y los beneficios potenciales que aporta la implantación de la Aplicación Web de Solicitud de Materiales.
3. Modelación de Casos de Uso: se utilizaron para diagramar los requerimientos funcionales del Sistema de Solicitud de Materiales.
4. Modelación de Procesos mediante Diagramas de Actividad: se emplearon diagramas de actividad para poder comparar e ilustrar los Procesos de Solicitud de Materiales *antes* y *después* de la Implantación del Solmat.
5. Modelación de Estructura de Datos: se utilizó para diagramar la estructura de los datos del Solmat.
6. Casos de Prueba para las Pruebas de Aceptación: se utilizaron para validar los requerimientos funcionales del Sistema de Solicitud de Materiales una vez desarrollado.

El análisis cualitativo de las encuestas y de las entrevistas, es ejecutado en base al criterio técnico del autor y del valor de la información obtenida. Este proceso puede ser secundado con la colaboración de las personas consultadas y la asesoría del tutor.

V.8. Operacionalización de las variables

Tabla Nº 4: Operacionalización de Variables

Variables independientes	**Variables dependientes**
Requerimientos Funcionales.	Aplicación Web de Solicitud de Materiales.
Requerimientos No Funcionales.	Beneficios de la implantación de la Aplicación Web de Solicitud de Materiales.
Recursos Disponibles.	
Proceso de Solicitud de Materiales actual.	

VARIABLES INDEPENDIENTES

Variable Independiente	**Descripción**	**Subvariables**	**Descripción**	**Indicadores**	**Valores**
Requerimientos Funcionales	Requisitos de Funcionalidad específica que debe implementar el sistema.			Requerimientos del Usuario	Escenarios de Uso del Sistema dentro del Negocio. *Ej.: Monitorear las solicitudes de materiales emitidas hasta la entrega de los materiales.*
				Requerimientos del Administrador del Sistema	Escenarios de Uso del Sistema para su Administración. *Ej.: Diseñar el organigrama de la empresa mediante la creación de jerarquías de unidades organizacionales.*

Variable Independiente	Descripción	Subvariables	Descripción	Indicadores	Valores
Requerimientos No Funcionales	Requisitos del sistema que no implican directamente en la implementación de la funcionalidad del sistema.			Adaptabilidad, Disponibilidad, Interoperabilidad, Mantenimiento, Portabilidad, Reusabilidad, Robustez, Desempeño, Seguridad de la Información, Usabilidad, Comprensibilidad, Eficiencia, Plataforma de Hardware y Software, Documentación	• Cumple • No Cumple
Recursos Disponibles	Los recursos explotables para la construcción de la aplicación Web.	Recursos de Software	Conjunto de Tecnologías de Software incluyendo metodologías y Herramientas que sustentarán la aplicación Web	Metodología de desarrollo de software adoptada por el negocio	• Presente • No Presente
				Herramientas de desarrollo, Componentes reutilizables, Sistemas Operativos, Software ERP, Herramientas Case, Almacenamiento de	• Hay Disponibilidad • No Hay Disponibilidad

				datos, Software de Comunicación Remota	
		Recursos de Hardware	Conjunto de Tecnologías de Hardware incluyendo la infraestructura de comunicaciones que sustentarán la aplicación Web	Infraestructura de Comunicaciones y Conectividad	• Apropiada • No Apropiada
				Equipos de Computación para el Procesamiento de Datos	• Hay Disponibilidad • No Hay Disponibilidad
		Recursos Económicos	Aspectos financieros relevantes que sustentarán la aplicación Web.	Techo para la inversión (Presupuesto)	Valor Monetario
Variable Independiente	**Descripción**	**Subvariables**	**Descripción**	**Indicadores**	**Valores**
Proceso de Solicitud de Materiales actual	Proceso mediante el cual los empleados de la empresa pueden hacer internamente, solicitud de materiales necesarios para ejecutar y completar su labor diaria.	Fases del proceso	Aspectos que describen cada actividad que debe ejecutarse para completar el proceso de Solicitud de Materiales.	Nombre de cada fase	Nombre descriptivo de cada fase dentro del proceso. *Ej: Creación de Solicitud de Materiales.*
				Tiempo invertido en cada fase	Horas/Días
				Precisión de la información en cada fase	• Precisa • Ambigua

				Automatización del Sistema Exactus Impulso en cada fase	• Presente • No Presente
		Recursos utilizados	Elementos requeridos por el proceso de solicitud de materiales.	Consumo de Transporte (Combustible)	• Uso Excesivo • Uso Reducido
				Consumo de Papelería	• Uso Excesivo Uso Reducido

VARIABLES DEPENDIENTES

Variables Dependiente	Descripción	Subvariables	Descripción	Indicadores	Valores
Aplicación Web de Solicitud de Materiales	Sistema de información Web que permitirá la gestión y el control del proceso de solicitud de materiales dentro de la empresa.	Características Implementadas	Aspectos presentes en el desarrollo e implementación de la Aplicación.	Presencia de Arquitectura de N-Capas	• Presente • No Presente
				Tipo de Integración con el Sistema Exactus Impulso	• Integración de datos • Integración de aplicación • Integración middleware
				Presencia de Ajax	• Presente • No Presente

		Documentación	Conjunto de elementos documentales necesarios para la correcta operación de la aplicación Web.	Presencia de Manual de Instalación, Presencia de Manual de usuario.	• Si Existe • No Existe
		Recursos requeridos	Elementos necesarios para la construcción y operación del sistema.	Recursos de Hardware	• Existentes • Adicionales • Ambos
				Recursos de Software	• Existentes • Adicionales • Ambos
				Costo monetario del proyecto	• Se ajusta al valor presupuestado por Comasa. • No se ajusta al valor presupuestado por Comasa.
		Calidad de la aplicación Web	Elementos que definen la calidad de la aplicación Web una vez desarrollada y probada.	Satisfacción de Requerimientos Funcionales	• Total • Invariable • Nula

Variables Dependiente	Descripción	Subvariables	Descripción	Indicadores	Valores
Beneficios de la implantación de la Aplicación Web de Solicitud de Materiales	Son los aspectos positivos que resultarán de la implantación de la aplicación Web de Solicitud de Materiales y que se verán reflejados en el quehacer diario de Comasa.	Efectividad en el Proceso de solicitud de materiales actual	Aspectos relacionados con la capacidad de la Aplicación Web para poder gestionar y controlar el proceso de solicitud de materiales de manera eficaz y eficiente.	Optimización de los Recursos utilizados en el proceso	• Alta • Baja
				Nivel de automatización del proceso	• Complejo • Simple
				Reusabilidad de la aplicación en empresas del Grupo Comasa	• Alta • Baja

VI. Resultados y Discusión

En los próximos acápites se detallan los resultados obtenidos para cada fase de esta investigación y su análisis correspondiente, ya que por las características particulares del trabajo investigativo, es más conveniente realizar estas dos actividades de manera conjunta, pues propicia un entendimiento integral de la información presentada.

VI.1. Determinación de requerimientos de la aplicación Web a desarrollar, análisis del proceso de solicitud de materiales e interacción con el Sistema Exactus Impulso

Para el determinar los requerimientos de la aplicación Web se aplicaron encuestas y entrevistas a los usuarios potenciales del la aplicación Web. La muestra está conformada por las siguientes personas:

- En las plantas de producción de Chinandega se encuestaron a cuatro solicitantes: dos responsables de área, un responsable de bodega y un responsable de compras.
- En Managua, se entrevistó al Gerente Financiero y al Jefe de Informática de la empresa.

Por otro lado, se revisaron diagramas y políticas de procedimientos de la empresa para lograr un mejor entendimiento del funcionamiento del proceso de solicitud de materiales. A continuación se muestran los procedimientos consultados:

- Emisión de una nueva solicitud de materiales.
- Recepción de materiales.
- Salidas de Bodega.
- Caja Chica.
- Compras Nacionales.
- Compras Extranjeras.

Las dificultades encontradas en la recopilación de la información fueron las siguientes:

- El personal de Comasa mostró poca disposición para la aplicación de la encuesta, haciendo necesaria la utilización de una entrevista para completar la información requerida.

- Se invirtió bastante tiempo para llegar a un entendimiento claro y preciso acerca de lo que el nuevo sistema de solicitud de materiales debe dar solución. Fue necesario trabajar muy de cerca con los usuarios para especificar correctamente los requerimientos del nuevo sistema. Además, hubo que realizar viajes a las plantas de Chinandega para conocer el Proceso de Solicitud de Materiales en la práctica.

- En muchas ocasiones las personas entrevistadas se encontraban muy ocupadas en su labor diaria y fue de carácter obligatorio posponer las reuniones en varias ocasiones.

- Se dedicó una cantidad considerable de tiempo para comprender el funcionamiento y la aplicabilidad del Sistema Exactus Impulso dentro del contexto de la empresa.

Como resultado de este objetivo se decidió agrupar toda la información recopilada en un documento estructurado que define todos los aspectos de análisis del proceso de solicitud de materiales, incluyendo su interacción con el Sistema Exactus y además, especifica los requerimientos para la aplicación Web a desarrollar. Este documento se le conoce como "***E**specificación de **R**equerimientos del **S**oftware para el Sistema de Solicitud de Materiales*" o *ERS* por sus siglas.

El ERS tiene como objetivo primordial describir el comportamiento actual del proceso de solicitud de materiales antes de la implantación del Solmat con el fin de conocer las deficiencias del proceso que deberán ser solucionadas por el Solmat. También se describe el mismo proceso pero con la intervención del Sistema de Solicitud de Materiales considerando el cumplimiento de los requerimientos planteados por los usuarios.

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

VI.1.a. Documento de Especificación de Requerimientos del Software para el Sistema de Solicitud de Materiales (Solmat)

El documento de ERS, el cual se puede encontrar en el Anexo A, incluye el siguiente contenido:

1. Introducción
- 1.1. Propósito del Documento
- 1.2. Audiencia de Lectura

2. Contexto del Negocio
- 2.1. Visión de Comasa
- 2.2. Misión de Comasa
- 2.3. Organigrama de la empresa
- 2.4. Visión del Departamento Financiero
- 2.5. Misión del Departamento Financiero
- 2.6. Objetivos estratégicos Departamento Financiero
- 2.7. Áreas del Departamento Financiero
- 2.8. Metas e Indicadores del Área de Compras y Bodega
- 2.9. Sucursales de Comasa y Telecomunicaciones
- 2.10. Rol del Sistema Exactus en Comasa
- 2.11. Centros de Costos y Departamentos según Exactus

3. Proceso de Solicitud de Materiales (PSM)
- 3.1. Definición
- 3.2. Fases del Proceso
- 3.3. Modelo Genérico del Proceso de Solicitud de Materiales
- 3.4. Modelo del Proceso de Solicitud de Materiales antes de la Implantación del Solmat (Nivel 1)
  - 3.4.1. Modelos de los subprocesos compuestos del Proceso de Solicitud de Materiales antes de la implementación del Solmat (Nivel 2)

4. Sistema de Solicitud de Materiales (Solmat)
- 4.1. Descripción general del sistema a desarrollar
- 4.2. Funciones propuestas para el Sistema de Solicitud de Materiales
  - 4.2.1. Diagramas de Casos de Uso del Funcionamiento del Solmat

VI.2. Elaboración de un Análisis Costo-Beneficio para determinar la viabilidad económica de la implantación de la aplicación Web de Solicitud de Materiales en Comasa

La técnica de Análisis de Costo-Beneficio tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de la rentabilidad de un proyecto, mediante la comparación de los costos previstos con los beneficios esperados en la realización del mismo.

El análisis Costo-Beneficio permite definir la viabilidad de las alternativas planteadas o de un proyecto a ser desarrollado. En este caso, el proyecto a considerar es el desarrollo e implantación del Sistema de Solicitudes de Materiales (Solmat). El análisis está enfocado en comparar los costos incurridos en el proceso de solicitud de materiales sin el apoyo del Solmat versus los beneficios esperados del uso de este sistema en dicho proceso.

La metodología utilizada para realizar este análisis se basa en el estándar establecido por la compañía Nucleus Research (www.nucleusresearch.com) sobre la evaluación financiera de las inversiones en tecnologías de la información. Las actividades realizadas para el análisis costo beneficio del Sistema de Solicitud de Materiales son:

1. Comparar los procesos de solicitud de materiales *antes* y *después* de la implantación del Solmat. Es decir, se comparó este proceso con y sin intervención del sistema, con el fin de determinar los primeros beneficios del uso de este. Los puntos comparados fueron los siguientes:

    a. Recursos empleados: personal, tecnología, tiempo, entre otros.
    b. Cantidad de subprocesos: manuales, automatizados y con intervención de personal.
    c. Carga de trabajo y honorarios del personal involucrado.
    d. Consumo de Papelería.
    e. Evaluación del Departamento de Compras y Bodega.
    f. Impacto del Solmat en la ejecución de Proyectos de Comasa.
    g. Impacto del Solmat en el Proceso Productivo de Maní.

2. Determinar los costos de:

    a. Desarrollo del Sistema.
    b. Implantación y Configuración del Sistema.
    c. Capacitación del Sistema.
    d. Viáticos por visitas a Plantas en Chinandega.
    e. Mantenimiento del Sistema
    f. Operación del Sistema
    g. Depreciación de Hardware y Software

3. Posteriormente, se clasificaron los beneficios en cuantificables y no cuantificables (de valor agregado).

4. Se realizó la evaluación económica entre costos y beneficios considerando un período de tres años. Se hizo un análisis financiero para determinar:

    a. Tasa de Rendimiento del Capital Invertido (ROI).
    b. Valor Presente Neto (VPN).
    c. Período de Recuperación de la Inversión.

5. A partir de los resultados del análisis, se concluyó sobre la rentabilidad del proyecto de desarrollo e implantación del Sistema de Solicitud de Materiales.

Para reunir la información necesaria para la elaboración del análisis costo/beneficio, se realizó una entrevista al Gerente Financiero de Comasa.

A continuación se presentan los resultados para este objetivo investigativo.

VI.2.a. Comparación de los procesos de solicitud de materiales *antes* y *después* de la implantación del Solmat

En el *Documento de Especificaciones de Requerimientos del Software del Solmat* encontrado en Anexos, se presentaron los modelos de los Procesos de Solicitud de Materiales *antes* y *después* de la implantación de este sistema. En esta sección se retomarán estos modelos, para hacer una comparación sobre el nivel de consumo de los recursos requeridos por ambos procesos, con el fin de calcular el gasto o ahorro monetario que se obtiene sin el uso del Solmat y con el uso de este sistema.

Antes de proceder con la comparación, se citan nuevamente los modelos de los procesos de solicitud de materiales *antes* y *después* de la implantación del Solmat.

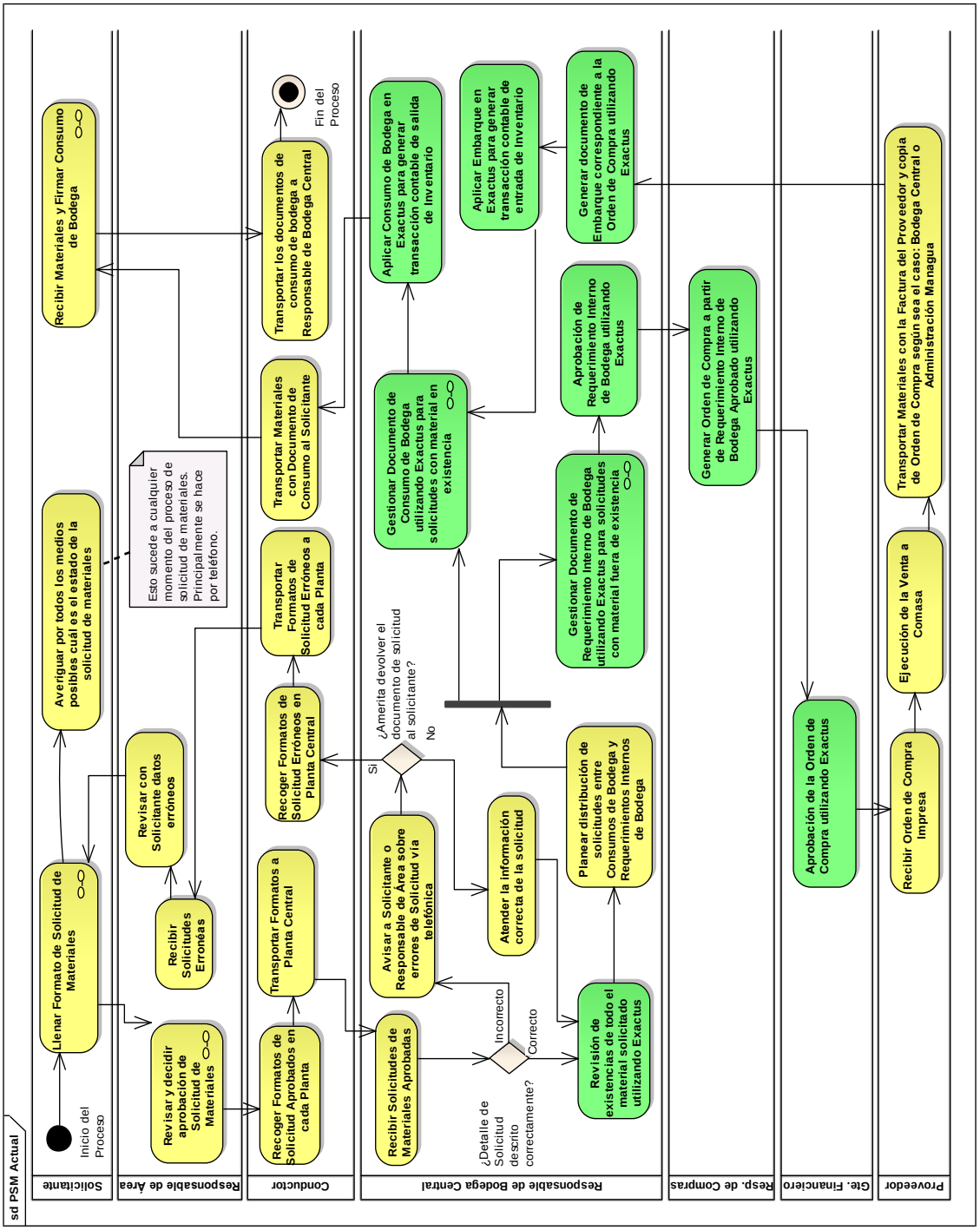


Figura Nº 15: Modelo del Proceso de Solicitud de Materiales Antes de la Implantación del Solmat

Fuente: Elaboración propia, basada en el Documento de Especificaciones del Software para el Solmat

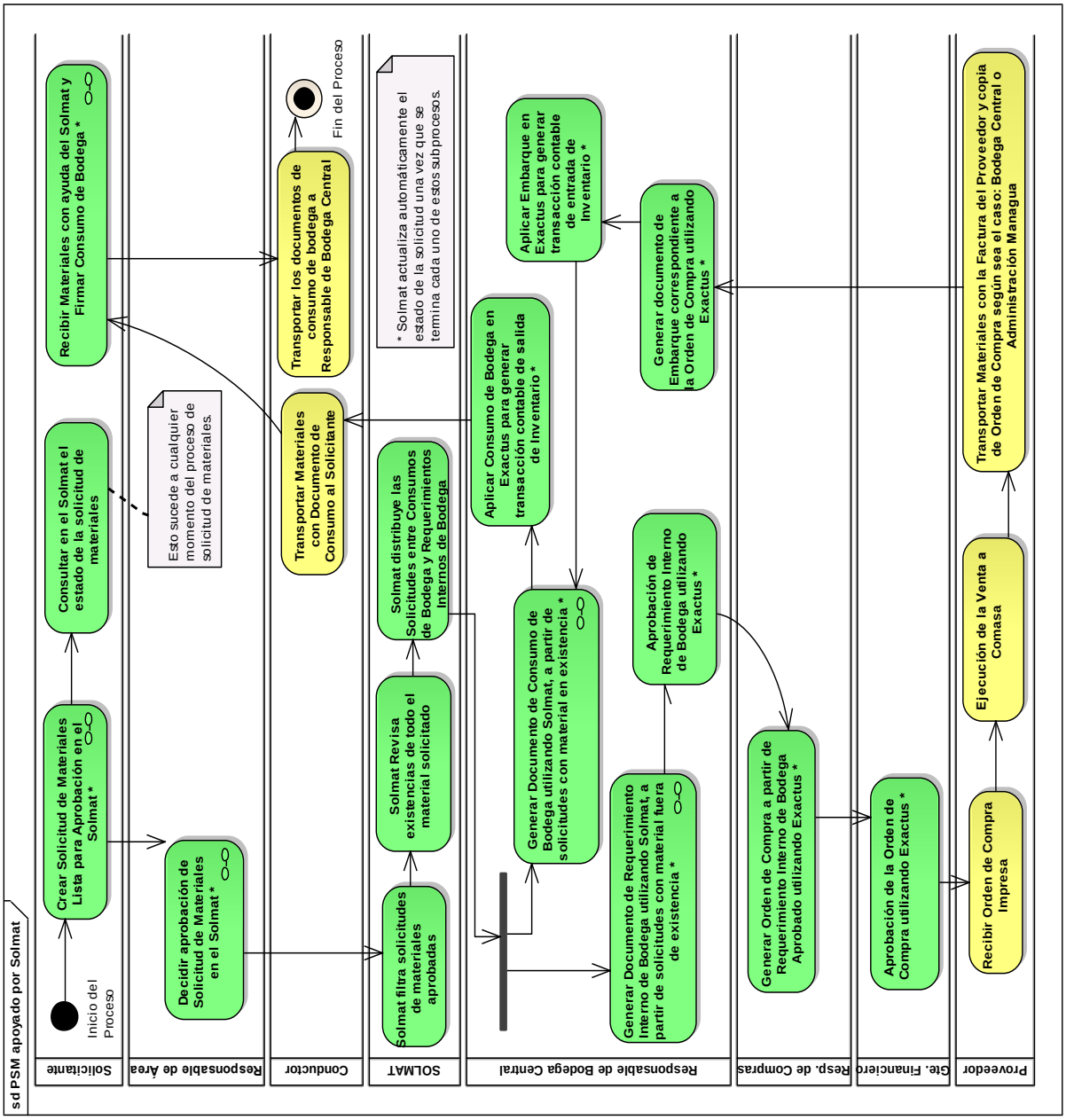


Figura Nº 16: Modelo del Proceso de Solicitud de Materiales *Después* de la Implantación del Solmat

Fuente: Elaboración propia, basada en el Documento de Especificaciones del Software para el Solmat

Posteriormente se muestran dos tablas, una para cada proceso, en las cuales se detalla el consumo de los recursos utilizados.

Tabla Nº 5: Consumo de Recursos del Proceso de Solicitud de Materiales Antes de la Implantación del Solmat

Fuente: Elaboración propia, basada en entrevista realizada.

Fase del PSM	**PSM antes de la Implantación del Solmat**					
		Recursos Empleados				
	Subproceso de Nivel 1	***Personal Involucrado***	***Sistema de Información Involucrado***	***Otros Recursos involucrados***	***Duración***	***Caracterís-ticas del subproceso***
1. Emisión de Solicitud de Materiales	1. Llenar Formato de Solicitud de Materiales	Solicitante	Ninguno	- Papelería	5 minutos por artículo	- Proceso Manual
	2. Averiguar por todos los medios posibles cuál es el estado de la solicitud de materiales	Solicitante	Ninguno	- Equipo de Computación - Correo Electrónico	En 30 minutos recibe respuesta el solicitante por parte de Bodega o Compras	- Proceso Manual
2. Autorización de Solicitud de Materiales	3. Revisar y decidir aprobación de Solicitud de Materiales	Responsable de Área	Ninguno	- Papelería	10 minutos por solicitud	- Proceso Manual
	4. Recoger Formatos de Solicitud Aprobados en cada Planta	Conductor	Ninguno	- Transporte (Combustible)	Desde 2 horas hasta 12 horas	- Proceso Manual
	5. Transportar Formatos a Planta Central	Conductor	Ninguno	- Transporte (Combustible)		- Proceso Manual
3. Provisión de Materiales	6. Recibir Solicitudes de Materiales Aprobadas	Responsable de Bodega Central	Ninguno	Ninguno	10 minutos	- Proceso Manual
	7. Avisar a Solicitante o Responsable de Área sobre errores de Solicitud vía telefónica o correo	Responsable de Bodega Central	Exactus	- Equipo de Computación - Correo Electrónico	1 hora por todas las solicitudes recibidas en el día	- Proceso Automati-zado

	electrónico					
	8. Recoger Formatos de Solicitud Erróneos en Planta Central	Conductor	Ninguno	- Transporte (Combustible)	Desde 100 minutos hasta 12 horas	- Proceso Manual
	9. Transportar Formatos de Solicitud Erróneos a cada Planta	Conductor	Ninguno	- Transporte (Combustible)		- Proceso Manual
	10. Recibir Solicitudes Erróneas	Solicitante	Ninguno	Ninguno	10 minutos	- Proceso Manual
	11. Revisar con Solicitante datos erróneos	- Solicitante - Responsable de Área	Ninguno	- Papelería	2 minutos por artículo	- Proceso Manual
	12. Atender la información correcta de la solicitud	Responsable de Bodega Central	Ninguno	Ninguno	2 minutos por solicitud	- Proceso Manual
	13. Revisión de existencias de todo el material solicitado utilizando Exactus	Responsable de Bodega Central	Exactus	-Equipo de Computación	5 minutos por artículo	- Proceso Automati-zado
	14. Planear distribución de solicitudes entre Consumos de Bodega y Requerimientos Internos de Bodega	Responsable de Bodega Central	Ninguno	Ninguno	1 minuto por artículo	- Proceso Manual
	15. Gestionar Documento de Consumo de Bodega utilizando Exactus para solicitudes con material en existencia	Responsable de Bodega Central	Exactus	-Equipo de Computación	4 minutos por artículo	- Proceso Automati-zado
	16. Aplicar Consumo de Bodega en Exactus para generar transacción contable de	Responsable de Bodega Central	Exactus	-Equipo de Computación	0.033 minutos	- Proceso Automati-zado

	salida de Inventario					
	17. Transportar Materiales con Documento de Consumo al Solicitante	Conductor	Ninguno	- Transporte (Combustible)	Desde 100 minutos hasta 12 horas	- Proceso Manual
	18. Gestionar Documento de Requerimiento Interno de Bodega utilizando Exactus para solicitudes con material fuera de existencia	Responsable de Bodega Central	Exactus	-Equipo de Computación -Conexión de Red	1.5 minutos por artículo	- Proceso Automati-zado
	19. Aprobación de Requerimiento Interno de Bodega utilizando Exactus	Responsable de Bodega Central	Exactus	-Equipo de Computación	0.033 minutos	- Proceso Automati-zado
	20. Generar Orden de Compra a partir de Requerimiento Interno de Bodega Aprobado utilizando Exactus	Responsable de Compras	Exactus	-Equipo de Computación	1 minuto por artículo	- Proceso Automati-zado
	21. Aprobación de la Orden de Compra utilizando Exactus	Gerente Financiero	Exactus	-Equipo de Computación	1 minuto por artículo	-- Proceso Automati-zado
	22. Recibir Orden de Compra Impresa	- Proveedor	Ninguno	- Transporte (Combustible) en caso de ser entregada al Proveedor - Fax en caso de ser enviada	3 días	- Proceso Manual
	23. Ejecución de la Venta a Comasa	Proveedor	Ninguno	Ninguno de interés		- Proceso Manual

	24. Transportar Materiales con la Factura del Proveedor y copia de Orden de Compra según sea el caso: Bodega Central o Administración Managua	Proveedor	Ninguno	- Transporte (Combustible) en caso de trasladados los materiales por Comasa		- Proceso Manual
	25. Generar documento de Embarque correspondiente a la Orden de Compra utilizando Exactus	Responsable de Bodega Central	Exactus	-Equipo de Computación	2 minuto por artículo	- Proceso Automati-zado
	26. Aplicar Embarque en Exactus para generar transacción contable de entrada de Inventario	Responsable de Bodega Central	Exactus	-Equipo de Computación	0.033 minutos	- Proceso Automati-zado
4. Recepción de Materiales	27. Recibir Materiales y Firmar Consumo de Bodega	Solicitante	Ninguno	- Papelería y Útiles de Oficina	Desde 100 minutos hasta 12 horas	- Proceso Manual
	28. Transportar los documentos de consumo de bodega a Responsable de Bodega Central	Conductor	Ninguno	- Transporte (Combustible)		- Proceso Manual

Tabla Nº 6: Consumo de Recursos del Proceso de Solicitud de Materiales *Después* de la Implantación del Solmat

Fuente: Elaboración propia, basada en entrevista realizada y pruebas realizadas sobre el sistema.

Fase del PSM	**PSM *después* de la Implantación del Solmat**					
		Recursos Empleados				
	Subproceso de Nivel 1	***Personal Involucrado***	***Sistema de Información Involucrado***	***Otros Recursos involucrados***	***Duración***	***Caracterís-ticas del subproceso***
1. Emisión de Solicitud de Materiales	1. Crear Solicitud de Materiales Lista para Aprobación en el Solmat	Solicitante	Solmat	-Equipo de Computación	0.08 minutos por artículo	- Proceso Automati-zado
	2. Consultar en el Solmat el estado de la solicitud de materiales	Solicitante	Solmat	-Equipo de Computación	1 minuto	- Proceso Automati-zado
2. Autorización de Solicitud de Materiales	3. Decidir aprobación de Solicitud de Materiales en el Solmat	Responsable de Área	Solmat	-Equipo de Computación	3 minutos por solicitud	- Proceso Automati-zado
3. Provisión de Materiales	4. Solmat filtra solicitudes de materiales aprobadas	Ninguno	Solmat	-Equipo de Computación	Instantáneo	- Proceso Automati-zado
	5. Solmat Revisa existencias de todo el material solicitado	Ninguno	Solmat	-Equipo de Computación	Instantáneo	- Proceso Automati-zado
	6. Solmat distribuye las Solicitudes entre Consumos de Bodega y Requerimientos Internos de Bodega	Ninguno	Solmat	-Equipo de Computación	Instantáneo	- Proceso Automati-zado

	7. Generar Documento de Consumo de Bodega utilizando Solmat, a partir de solicitudes con material en existencia	Responsable de Bodega Central	Solmat	-Equipo de Computación	0.5 minutos por artículo	- Proceso Automati-zado
	8. Aplicar Consumo de Bodega en Exactus para generar transacción contable de salida de Inventario	Responsable de Bodega Central	Exactus	-Equipo de Computación	0.033 minutos	- Proceso Automati-zado
	9. Transportar Materiales con Documento de Consumo al Solicitante	Conductor	Ninguno	- Transporte (Combustible)	Desde 100 minutos hasta 12 horas	- Proceso Manual
	10. Generar Documento de Requerimiento Interno de Bodega utilizando Solmat, a partir de solicitudes con material fuera de existencia	Responsable de Bodega Central	Solmat	-Equipo de Computación	0.5 minutos por artículo	- Proceso Automati-zado
	11. Aprobación de Requerimiento Interno de Bodega utilizando Exactus	Responsable de Bodega Central	Exactus	-Equipo de Computación	0.033 minutos	- Proceso Automati-zado
	12. Generar Orden de Compra a partir de Requerimiento Interno de Bodega Aprobado utilizando Exactus	Responsable de Compras	Exactus	-Equipo de Computación	1 minuto por artículo	- Proceso Automati-zado
	13. Aprobación de la Orden de Compra utilizando	Gerente Financiero	Exactus	-Equipo de Computación	1 minuto por artículo	- Proceso Automati-zado

	Exactus					
	14. Recibir Orden de Compra Impresa	- Proveedor	Ninguno	- Transporte (Combustible) en caso de ser entregada al Proveedor - Fax en caso de ser enviada	3 días	- Proceso Manual
	15. Ejecución de la Compra con el Proveedor de Comasa	Proveedor	Ninguno	Ninguno de interés		- Proceso Manual
	16. Transportar Materiales con la Factura del Proveedor y copia de Orden de Compra según sea el caso: Bodega Central o Administración Managua	Proveedor	Ninguno	- Transporte (Combustible) en caso de trasladados los materiales por Comasa		- Proceso Manual
	17. Generar documento de Embarque correspondiente a la Orden de Compra utilizando Exactus	Responsable de Bodega Central	Exactus	-Equipo de Computación	2 minuto por artículo	- Proceso Automati-zado
	18. Aplicar Embarque en Exactus para generar transacción contable de entrada de Inventario	Responsable de Bodega Central	Exactus	-Equipo de Computación	0.033 minutos	- Proceso Automati-zado
4. Recepción de Materiales	19. Recibir Materiales con ayuda del Solmat y Firmar Consumo de Bodega	Solicitante	Solmat	-Equipo de Computación	Desde 100 minutos horas hasta 12 horas	- Proceso Automati-zado
	20. Transportar los documentos de consumo de bodega a Responsable de Bodega Central	Conductor	Ninguno	- Transporte (Combustible)		- Proceso Manual

VI.2.a.i. Cantidad de subprocesos manuales y subprocesos automatizados

Según la información recolectada en las tablas anteriores sobre los procesos de solicitud de materiales *antes* y *después* de la implantación del Solmat, se muestra la siguiente matriz en donde se compara la cantidad de subprocesos manuales y la cantidad de subprocesos automatizados presentes en ambas situaciones.

Además se refleja la cantidad de subprocesos que involucran intervención humana en esas dos situaciones.

Tabla Nº 7: Matriz Comparativa entre la Cantidad de Subprocesos Manuales y la Cantidad de Subprocesos Automatizados presentes en los Procesos de Solicitud de Materiales *antes* y *después* de la Implantación del Solmat.
Fuente: Elaboración propia, basada en análisis de ambos procesos.

Indicador	*Antes* de la Implantación del Solmat	*Después* de la Implantación del Solmat	Porcentaje de Reducción	Porcentaje de Aumento
Cantidad Total de Subprocesos	28	20	**28.57%**	
Cantidad de Subprocesos Manuales	18	5	**72.22%**	
Cantidad de Subprocesos Automatizados	10	15		**50.00%**
Cantidad de Subprocesos con Intervención Humana	18 subprocesos manuales	4 subprocesos manuales	**77.78%**	
	10 subprocesos automatizados	13 subprocesos automatizados		**30.00%**

Las graficas siguientes ilustran los resultados de las comparaciones:

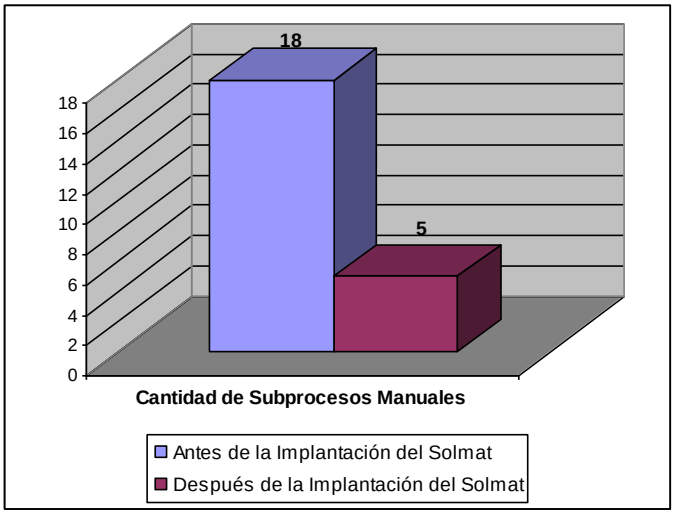


Figura Nº 17: Cantidad de subprocesos manuales presentes en los Procesos de Solicitud de Materiales *antes* y *después* de la implantación del Solmat

Fuente: Elaboración propia, basada en análisis de ambos procesos.

El gráfico anterior muestra que la cantidad de subprocesos manuales sin la intervención del Solmat en el proceso de solicitud de materiales es de 18 y la cantidad de subprocesos manuales con el apoyo del Solmat será de 5. Por tanto, habrá una reducción significativa (72.22%) de subprocesos manuales si se implanta este sistema.

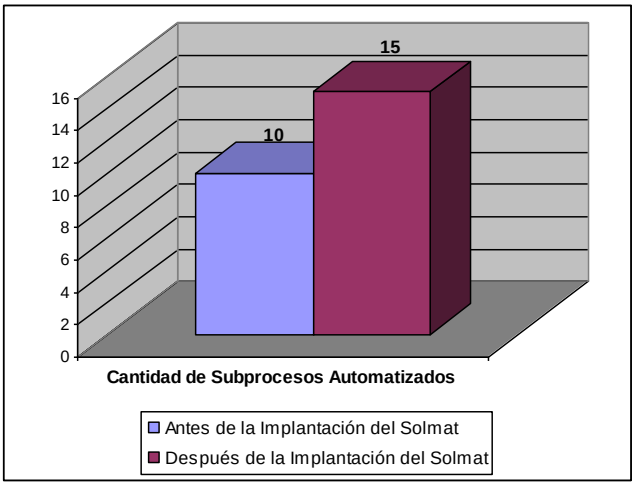


Figura Nº 18: Cantidad de subprocesos automatizados presentes en los Procesos de Solicitud de Materiales *antes* y *después* de la implantación del Solmat.

Fuente: Elaboración propia, basada en análisis de ambos procesos.

Este gráfico indica que la cantidad de subprocesos automatizados, sin la intervención del Solmat en el proceso de solicitud de materiales, es de diez y la cantidad de subprocesos automatizados con el apoyo del Solmat será de quince. Como consecuencia habrá un incremento de 5 subprocesos automatizados nuevos con la intervención del Solmat, lo cual constituye un benéfico ya que conlleva a un mayor control en la gestión de todo el proceso.

La cantidad de subprocesos automatizados y de subprocesos manuales *antes* y *después* de la implantación del Solmat genera el total de subprocesos para ambos momentos.

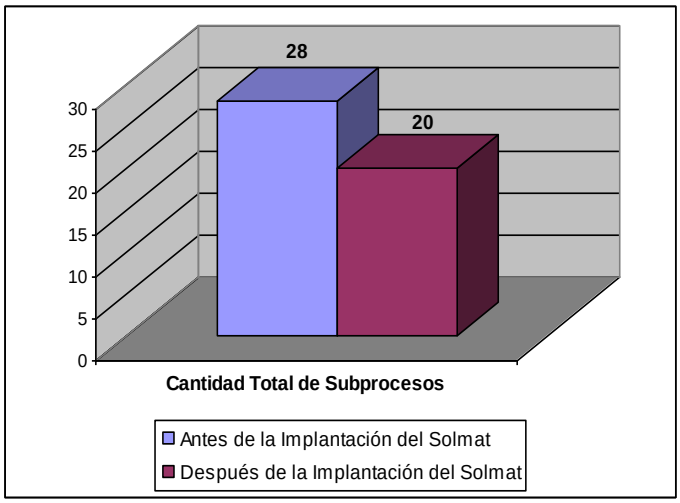


Figura Nº 19: Cantidad total de subprocesos manuales y automatizados presentes en los Procesos de Solicitud de Materiales *antes* y *después* de la implantación del Solmat.

Fuente: Elaboración propia, basada en análisis de ambos procesos.

En general, se obtendrá una reducción de 8 subprocesos cuando se implante el Solmat para apoyar el proceso de solicitud de materiales. Esto equivale a una mayor agilización de todo el proceso como tal y a una mayor eficiencia en la gestión.

Por otro lado, hay que tomar en cuenta el factor humano y saber cuántos subprocesos tanto manuales como automatizados involucran personal.

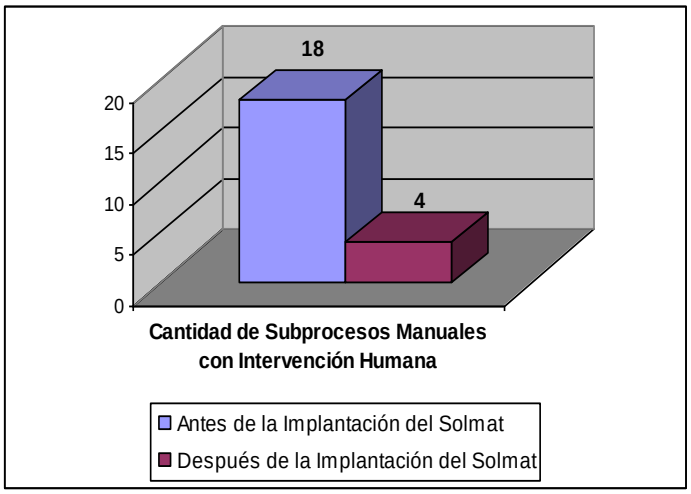


Figura Nº 20: Cantidad de subprocesos manuales con intervención humana presentes en los Procesos de Solicitud de Materiales *antes* y *después* de la implantación del Solmat.

Fuente: Elaboración propia, basada en análisis de ambos procesos.

El gráfico anterior refleja que la cantidad de subprocesos manuales donde interviene personal *antes* de la implantación del Solmat es de 18. Una vez que se introduzca este sistema, la cantidad mencionada se reducirá a 4. Lo que se traduce a un significativo decremento de honorarios por parte del personal.

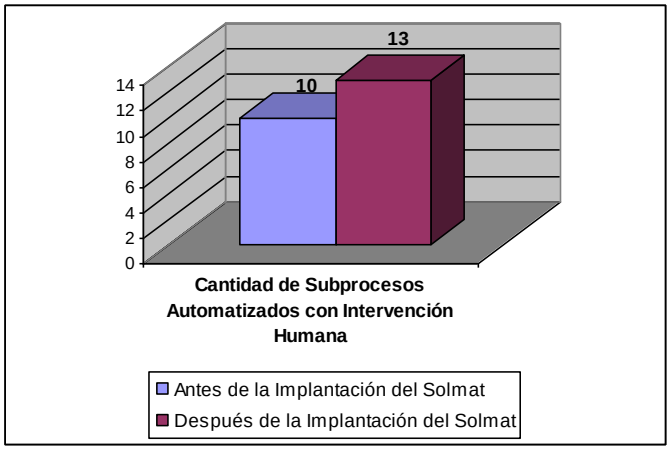


Figura Nº 21: Cantidad de subprocesos automatizados con intervención humana presentes en los Procesos de Solicitud de Materiales *antes* y *después* de la implantación del Solmat.

Fuente: Elaboración propia, basada en análisis de ambos procesos.

Así mismo, la cantidad de subprocesos automatizados con intervención humana aumentará en 3 cuando se introduzca el Sistema de Solicitud de Materiales. Lo anterior es ventajoso desde el punto de vista en que el personal estará siendo apoyado por el nuevo sistema y las tareas las realizarán más rápido y menos tiempo.

VI.2.a.ii. Carga de Trabajo del Personal Involucrado

Existen 35 solicitantes en toda la empresa. Cada uno de ellos puede realizar actividades distintas a parte de solicitar materiales. Por otro lado, existen 15 responsables de área que autorizan solicitudes de materiales, 1 Responsable de Bodega y 1 de Compras. Además existen 2 conductores asignados para transportar las solicitudes de materiales desde las plantas a la planta central. De la misma forma, estos conductores trasladan el material solicitado a cada uno de los solicitantes en todas las plantas. Se realizan dos viajes programados diariamente, uno en la mañana y otro en la tarde, con el fin de cubrir las necesidades mencionadas.

La medición de la carga de trabajo esta dada por la cantidad de subprocesos que realiza el personal durante el proceso de solicitudes de materiales *antes* de la implantación del Solmat y la cantidad de subprocesos que ejecutarán cuando se implemente el Solmat. Esta información se resume a continuación.

Tabla Nº 8: Carga de Trabajo del Personal involucrado en los Procesos de Solicitud de Materiales *Antes* y *Después* de la Implantación del Solmat.
Fuente: Elaboración propia, basado en el análisis de los procesos.

Miembro	Cantidad de subprocesos a cargo *antes* de la Implantación del Solmat	Cantidad estimada de subprocesos a cargo *después* de la Implantación del Solmat	Porcentaje de Reducción	Porcentaje de Aumento
Solicitante	5 subprocesos	3 subprocesos	40.00%	
Conductor	6 subprocesos	2 subprocesos	66.67%	
Responsable de Área	2 subprocesos	1 subproceso	50.00%	
Responsable de Bodega Central	11 subprocesos	6 subprocesos	45.45%	

Responsable de Compras	1 subproceso	1 subproceso	0.00%	
Gerente Financiero	1 subproceso	1 subproceso	0.00%	

La gráfica que sigue resume los resultados anteriores:

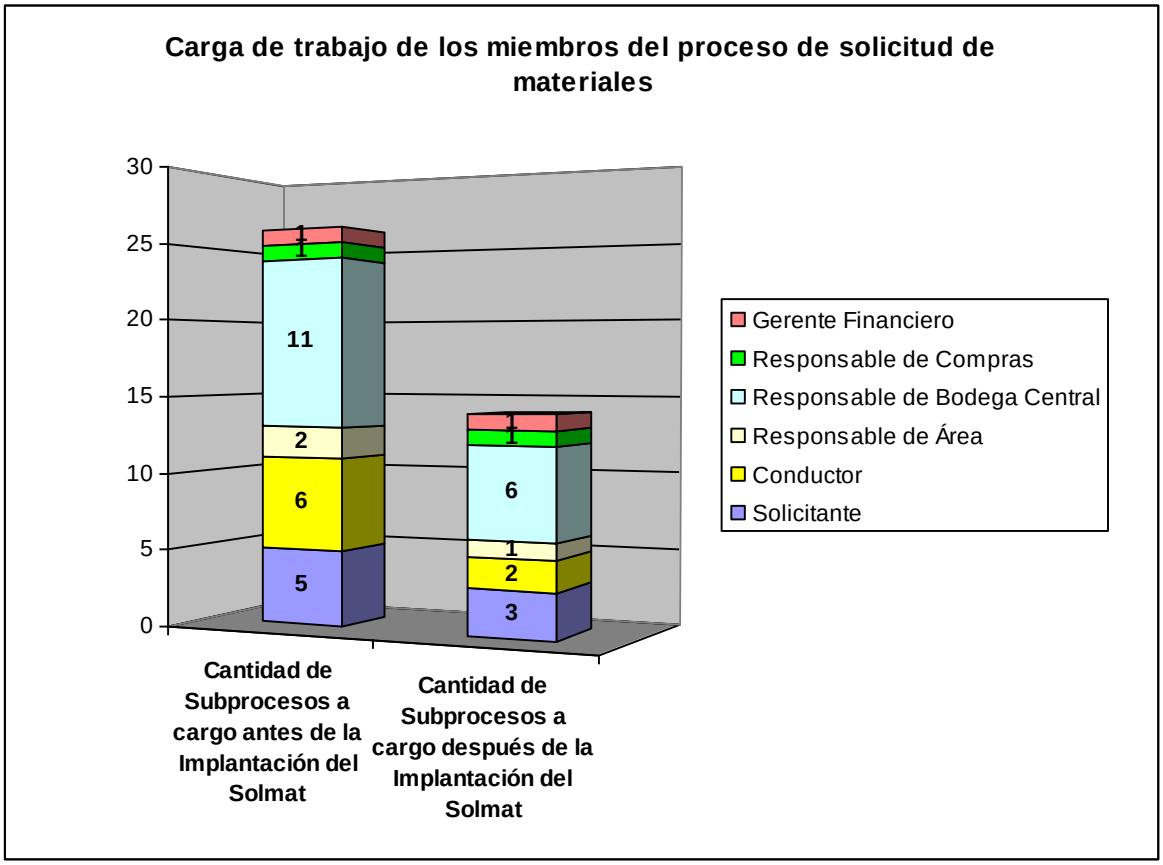


Figura Nº 22: Carga de Trabajo del Personal involucrado en los Procesos de Solicitud de Materiales *Antes* y *Después* de la Implantación del Solmat

Fuente: Elaboración propia, basado en el análisis de los procesos.

Por tanto, se puede concluir que con la introducción del Solmat en Comasa, se reducirá en gran parte el esfuerzo humano invertido actualmente en el proceso de solicitud de materiales.

VI.2.a.iii. Cuantificación de Honorarios *Antes* y *Después* de la Implantación del Solmat

Para cuantificar la carga de trabajo (honorarios) *antes* y *después* de la implantación del Solmat, se consideraron los siguientes datos estadísticos suplidos por Comasa:

1. El escenario que ocurre comúnmente en la empresa a la hora de solicitar materiales, es cuando estos materiales son suplidos localmente por bodega central sin requerir hacer compras a proveedores.
2. La cantidad promedio de solicitudes que son atendidas mensualmente por bodega central es de 34 solicitudes de materiales, las cuales contienen cada una, al menos diez artículos diferentes.
3. Debido a que en la empresa los solicitantes pueden tener diferentes puestos que vienen desde las áreas administrativas hasta las áreas productivas, el salario mensual promedio neto de un solicitante es de C$ 11,452.00
4. De la misma forma, sucede con los responsables de área, pero estos principalmente son parte del área administrativa. El salario mensual promedio neto de un responsable de área es de C$ 29,625.00
5. Los responsables de bodega devengan un salario mensual neto de C$ 12,508.33
6. El salario mensual neto de los dos conductores que transportan los materiales a las plantas y recogen las solicitudes es de C$ 3, 950.00

Basándose en los datos estadísticos anteriores y el tiempo requerido para completar cada subproceso según las tablas sobre el consumo de recursos de los procesos de solicitud de materiales *antes* y *después* de la implantación del Solmat, se muestra la cuantificación de los honorarios por minuto del personal para la atención de las solicitudes por bodega central.

Tabla Nº 9: Honorarios del Personal involucrado en los Procesos de Solicitud de Materiales *Antes* y *Después* de la Implantación del Solmat

Fuente: Elaboración propia, basada en entrevista realizada y análisis de los procesos.

***Antes* de la Implantación del Solmat**				***Después* de la Implantación del Solmat**			
Subproceso	**Personal Involucrado**	**Duración (Minutos) para emitir o atender una solicitud con 10 artículos diferentes**	**Honorarios por Minuto (Córdobas)**	**Subproceso**	**Personal Involucrado**	**Duración (Minutos) para emitir o atender una solicitud con 10 artículos diferentes**	**Honorarios por Minuto (Córdobas)**
1. Solicitante llena formato de solicitud	Solicitante	50	**C$ 39.76**	1. Solicitante crea solicitud de materiales Lista para Aprobación en el Solmat	Solicitante	0.8	**C$ 0.64**
2. Responsable de Área revisa solicitud y nota que no hay errores, deja lista la solicitud para ser retirada por el conductor	Responsable de Área	10	**C$ 20.57**	2. Responsable de Área decide aprobación de Solicitud de Materiales en el Solmat y nota que todo está en orden.	Responsable de Área	3	**C$ 6.17**
3. El conductor recoge la solicitud en la planta correspondiente.	Conductor	100	**C$ 27.43**	3. Solmat filtra solicitudes de materiales aprobadas	Ninguno	Instantaneo	**C$ 0.00**
4. El conductor transporta la Solicitud a Planta Central							

5. Responsable de Bodega recibe Solicitud de Materiales Aprobada	Responsa-ble de Bodega	10	**C$ 8.69**				
6. El Responsable de Bodega revisa las existencias de todo el material solicitado utilizando Exactus y nota que todo se encuentra en existencias	Responsa-ble de Bodega	50	**C$ 43.43**	4. Solmat Revisa existencias de todo el material solicitado y nota que todo se encuentra en existencias. Todo lo procesa para un consumo de bodega.	Ninguno	Instantá-neo	**C$ 0.00**
7. El Solicitante desea averiguar el estado de su solicitud contactando al Responsable de Bodega.	Solicitante	30	**C$ 23.86**	5. El Solicitante consulta en el Solmat el estado de su solicitud de materiales	Solicitante	1	**C$ 0.80**
	Responsa-ble de Bodega	30	**C$ 26.06**				
8. El Responsable de Bodega gestiona el Consumo de Bodega para la solicitud utilizando el Exactus	Responsa-ble de Bodega	40	**C$ 34.75**	8. El Responsable de Bodega genera el documento de Consumo de Bodega utilizando Solmat	Responsable de Bodega	5	**C$ 4.34**
9. El Responsable de Bodega aplica el consumo de bodega gestionado.	Responsa-ble de Bodega	0.033	**C$ 0.03**	6. El Responsable de Bodega aprueba el requerimiento interno de bodega utilizando Exactus	Responsable de Bodega	0.033	**C$ 0.03**

10. El conductor transporta los materiales a la planta solicitante	Conductor	100	**C$ 27.43**	7. El conductor transporta los materiales a la planta solicitante	Conductor	100	**C$ 27.43**
11. El solicitante espera al conductor para recibir los materiales y firma la copia del consumo de bodega	Solicitante		**C$ 79.53**	8. El solicitante espera para recibir los materiales además de crear una entrada de recepción en el Solmat y firmar la copia del consumo de bodega	Solicitante		**C$ 79.53**
TOTALES		**420.03**	**C$ 331.54**			**109.83**	**C$ 118.93**

Las cantidades totales anteriores reflejan que sin utilizar el Solmat dentro del proceso de solicitud de materiales, se gastan C$ 331.54 en honorarios y se invierten siete horas para emitir y atender una solicitud. Sin embargo, con el apoyo del Solmat se gastarían C$ 118.93 y se invertirían una hora y cincuenta minutos para hacer el mismo trabajo, lo que conduce a una reducción significativa en honorarios y esfuerzo humano.

Considerando que en Comasa actualmente se atienden 34 solicitudes mensuales a un costo de C$ 331.34 cada una, los costos en honorarios mensuales *antes* y *después* de la implantación del Solmat para atender esta cantidad de solicitudes son:

Tabla Nº 10: Honorarios para atender 34 solicitudes de materiales *Antes* y *Después* de la Implantación del Solmat

Fuente: Elaboración propia, según análisis de los procesos.

Proceso de Solicitud de Materiales	Costo unitario en honorarios para Atender una solicitud de materiales	Costo total mensual en honorarios para atender 34 solicitudes de materiales
Antes de la Implantación del Solmat	C$ 331.54	C$ 11,366.03
Después de la Implantación del Solmat	C$ 118.93	C$ 4,077.40
	Ahorro Mensual en Honorarios =	**C$ 7,288.63**

Por tanto, mediante el uso del Solmat, la empresa podrá ahorrar **C$ 7,288.63** mensuales en honorarios equivalente a un **64.12%** sobre lo que se gasta sin utilizar este sistema. Así de esta manera, el personal será más eficiente y tendrá más tiempo para realizar otras actividades o bien tendrán la capacidad para atender un mayor número de solicitudes. La cantidad estimada que podrán atender mensualmente con ayuda del Solmat será de **131** solicitudes. Esto equivale a un aumento del **74.05%** sobre las 34 solicitudes que se atienden mensualmente sin el uso del Solmat.

VI.2.a.iv. Consumo de Papelería *Antes* y *Después* de la Implantación del Solmat

Actualmente en Comasa, para la elaboración de las solicitudes de materiales, se ocupan formatos preimpresos que son comprados mensualmente a un proveedor. La cantidad que se gasta mensualmente en este tipo de papelería es de **C$ 5, 000.00**. Con este gasto se cubren las necesidades de todas las plantas y oficinas administrativas.

Sin embargo, con la introducción del Solmat, se dejará de gastar en papelería debido que las solicitudes de materiales son elaboradas en línea de manera automatizada. Esto ahorro se considera un beneficio tangible para la empresa.

VI.2.a.v. Honorarios del personal de Compras y Bodega para la elaboración del Reporte de Provisión y Recepción de Materiales

Uno de los indicadores que requiere la Gerencia Financiera para evaluar la duración de las compras con los proveedores, es el reporte de provisión y recepción de materiales. Este reporte contiene todo el seguimiento de las transacciones realizadas desde que se emite una solicitud de materiales hasta que se convierte en una orden de compra y posteriormente, en un embarque para dar entrada al material a inventario. Dicho reporte permite evaluar el comportamiento del departamento de Compras y Bodega y saber si están siendo eficientes en su labor diaria.

Periódicamente, el gerente financiero solicita al personal de compras y bodega que les entregue dicho reporte. Sin embargo, la recopilación de los datos de este informe, se efectúa de manera manual utilizando Excel y con ayuda del sistema Exactus. El tiempo aproximado que les toma diariamente al responsable de compras y al responsable de bodega buscar, recopilar y ordenar toda las transacciones diarias es de 2 horas al día. Si el responsable de bodega tiene un salario mensual neto de C$ 12,508.33 y el responsable de compras tiene un salario mensual neto de C$ 19,750.00. El costo total mensual en honorarios para efectuar este trabajo es de **C$ 8,064.58.**

El Sistema de Solicitud de Materiales es una aplicación informática integral que vincula la información resultante de las solicitudes de materiales que se emiten con sus respectivas transacciones de compras o de bodega que ocurren en el Exactus. Por tanto, el Solmat cuenta con la capacidad y disponibilidad para que él mismo pueda recopilar automáticamente toda la información referente al reporte de provisión y recepción de materiales sin intervención humana. En otras palabras, se eliminará el esfuerzo humano del responsable de bodega y el responsable de compras. Esta nueva situación se convierte en un ahorro para la empresa. El gerente financiero estará a sólo un clic para generar este reporte en cualquier momento que él lo desee.

En la sección de anexos de esta investigación específicamente en el Anexo C, se encuentra el reporte de provisión y recepción de materiales que elabora el personal de

compras y bodega utilizando Excel; y en el Anexo D, se encuentra el mismo reporte pero generado por el Solmat.

VI.2.a.vi. Impacto del Solmat en la ejecución de Proyectos de Comasa

Año tras año, se planifican y se ejecutan proyectos dentro de la empresa. Cada proyecto requiere de recursos materiales para ponerse en marcha. La disponibilidad de estos recursos es un tema crucial para que dichos proyectos puedan efectuarse a tiempo.

Actualmente, la empresa no cuenta con un mecanismo que permita controlar las solicitudes de materiales que fueron emitidas por los proyectos. Como consecuencia de esto, no se le da la prioridad suficiente para que los proyectos reciban los materiales a tiempo. Según datos financieros, Comasa gasta anualmente alrededor de **U$ 8,000.00** en esfuerzo humano y materiales adicionales a los que los proyectos solicitan inicialmente para poder continuar debido a que los recursos materiales no son entregados a tiempo.

Solmat viene a aliviar esta situación ya que con este sistema se podrá llevar un registro de seguimiento de todas las solicitudes de materiales y se priorizará aquellas solicitudes de materiales que estén destinadas a proyectos. Así de esta manera, el departamento de compras y bodega podrá agilizar las gestiones de adquisición de los materiales requeridos por los proyectos y así entregarlos a tiempo. Esto permite que Comasa se ahorre gastos adicionales en materiales y personal para cumplir con las metas establecidas en los proyectos.

Específicamente, cuando se elabora una solicitud de materiales en el Solmat, existe un campo llamado *Proyecto*, en el cual el solicitante podrá seleccionar el proyecto a que van destinados los materiales; y otro campo, llamado *Fecha Planificada*, en donde se establece la fecha en que se requiere que se entreguen estos materiales. Esta información será visible por el responsable de compras a la hora de atender las solicitudes y podrá tomar las acciones pertinentes para cumplir con las necesidades del proyecto a tiempo.

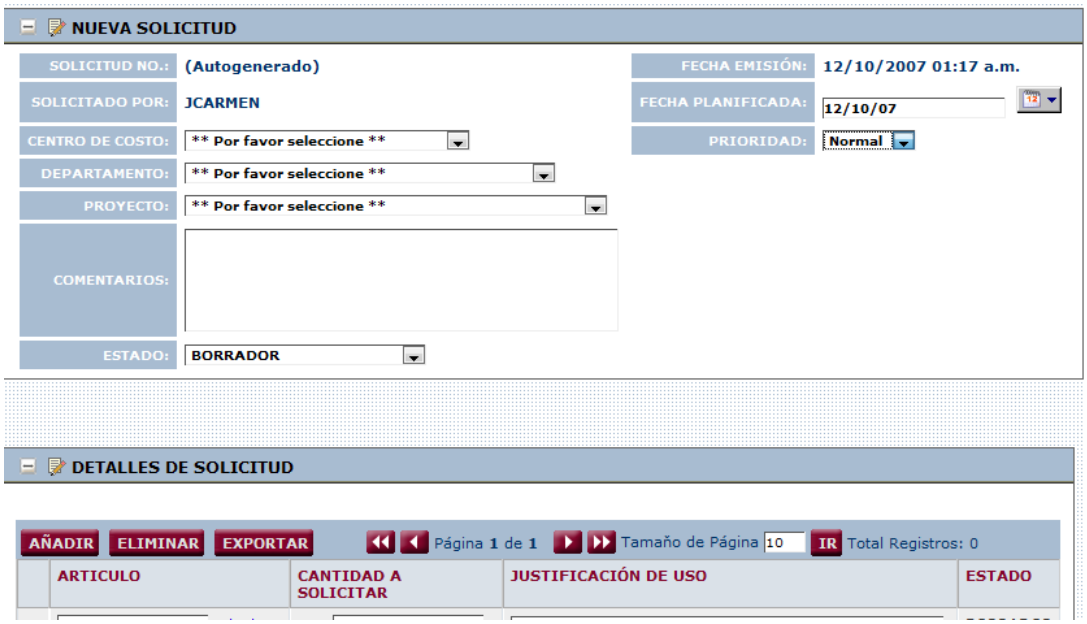


Figura Nº 23: Campo Proyecto en el Formato de Solicitud de Materiales en el Solmat

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

VI.2.a.vii. Impacto del Solmat en el Proceso Productivo de Maní

Como se sabe, Comasa es una empresa exportadora de maní en Nicaragua. La capacidad productiva de maní actualmente es de 8,000 quintales diarios. Sin embargo, se han hecho estudios dentro de la empresa que demuestran que la capacidad instalada que tienen ellos es para producir 10,000 quintales diarios. Debido a varios factores, Comasa no aprovecha la máxima capacidad sus plantas productivas. Uno de los factores es que los insumos para el proceso productivo no siempre están disponibles debido a la lenta adquisición de estos por el atraso en la atención de las solicitudes de materiales.

Algunos de los insumos que requieren para el proceso productivo y que son pedidos mediante solicitudes de materiales son: diesel, sulfato de calcio, vitavax, fosfuro de aluminio, detia gas, fumigantes, material de empaque y repuestos varios. Muchos de estos insumos no son entregados a tiempo debido a la pobre atención de las solicitudes de materiales. Sin embargo, se ha visto anteriormente que con el Solmat se aumentará en un 74.05% la capacidad para atender más solicitudes de materiales. Así se podrán entregar los materiales a tiempo en las plantas productivas. Esto tendrá un impacto positivo para

acelerar el proceso productivo y como consecuencia se aumentará el número de utilidades para la empresa.

Según datos estadísticos de la empresa, la lenta atención de las solicitudes de materiales reduce en un 2.5% la capacidad de producción diaria. Si con el Solmat, se agiliza el proceso de atención de estas solicitudes de materiales, esta capacidad de producción aumentará en el mismo porcentaje, es decir, se producirán 200 quintales diarios adicionales.

Asumiendo que el quintal de maní tiene un costo productivo de US $22.60 y un precio de venta de US $25.00, la ganancia es de US $ 2.40 por quintal. Por tanto la utilidad bruta adicional que se obtendrá con la implantación del Solmat será de US $14, 400.00 mensuales. En consecuencia Comasa obtendrá un beneficio de **US $ 172, 800.00** anualmente.

Con el Solmat, no sólo se aumentará el nivel de producción, sino que también sirve de medio para compatibilizar los procesos entre el departamento financiero y departamento de operaciones. La Gerencia Financiera como tal tiene como meta automatizar todas las funciones de su departamento, esto incluye el área de Bodega y Compras. Si esto se termina de lograr con la implantación del Solmat, el departamento de operaciones se verá beneficiado en cuanto a la agilización del proceso productivo.

VI.2.b. Determinación de Costos de la implantación del Sistema de Solicitud de Materiales

En esta sección se agrupan todos los costos relacionados con el desarrollo, implantación, mantenimiento y operación del Sistema de Solicitud de Materiales.

VI.2.b.i. Presupuesto de Comasa para el Desarrollo del Sistema

Desde un inicio, Comasa tenía presupuestado para todo el proyecto de desarrollo del Sistema de Solicitud de Materiales alrededor de US $ 16, 500.00. En los siguientes apartados se detallan los costos asociados a este proyecto.

VI.2.b.ii. Costo del Desarrollo del Sistema

En este apartado se estimará el costo del análisis y del desarrollo del Sistema de Solicitud de Materiales. Para obtener este costo se tomarán en cuenta los requerimientos funcionales (RF) y no funcionales (RNF) propuestos en el Documento de Especificaciones del Software (ERS) para este sistema, y se detallará el tiempo estimado de cumplimiento de cada requerimiento y su costo monetario considerando la tasa de $15.00 dólares la hora. La mayoría de los requerimientos a considerar son funcionales y los otros son no funcionales que tienen que ver con el tema de la seguridad y la documentación del sistema. La tabla que resume toda esta información es la siguiente:

Tabla Nº 11: Costo del Desarrollo del Sistema de Solicitud de Materiales
Fuente: Elaboración propia

Número	Requerimientos	Tiempo Estimado de Cumplimiento (horas)	Costo Total
RF1.2	Las operaciones permitidas dentro de la Fase de Emisión de Solicitudes de Materiales serán: • Crear Solicitud • Editar Solicitud • Guardar Solicitud • Eliminar Solicitud	35	$525.00
RF1.3	El formato de solicitud de materiales contemplará lo siguiente: - Nombre de la empresa - Área solicitante - Código de la solicitud - Código del proyecto - Código del artículo - Cantidad del artículo - Unidad de medida - Descripción del artículo - Justificación de uso del artículo - Fecha y hora de creación - Fecha y hora de la autorización - Observaciones de la solicitud en general - Solicitado por (nombre y cargo del solicitante) - Autorizado por (nombre del jefe de planta, jefe de área o gerente)	26	$390.00

RF1.4	El formato de solicitud de materiales tendrá los siguientes valores para determinar la prioridad de la misma: Alta, Media, Baja. Como el responsable de cada planta es el que autoriza las solicitudes, queda a juicio de él determinar la prioridad de las solicitudes, junto con la aplicación de las políticas determinadas.	12.5	$187.50
RF1.5	Se establecerá un campo descriptivo llamado "fecha planificada" en el formato de solicitud de materiales, con el cual el solicitante pueda establecer la fecha deseada de entrega de los artículos.	1	$15.00
RF2.1	Los Responsables de Área podrán autorizar total, parcial o cancelar una solicitud de materiales elaborada por un solicitante a nivel de detalle de la solicitud.	24	$360.00
RF2.2	Operaciones permitidas en la fase de Aprobación de Solicitud de Materiales • Anular Solicitud • Aprobar Solicitud • Editar Solicitud (justificando la edición)	8	$120.00
RF3.1	Generación automática de Consumos de Bodega y Requerimientos Internos de Bodega mediante la selección de solicitudes de materiales aprobadas con el fin de registrar ambos documentos en la base de datos de Exactus.	75	$1,125.00
RF3.2	Operaciones permitidas dentro de la fase de Provisión de Materiales • Revisar solicitudes de materiales aprobadas • Emitir reportes de entrega de las solicitudes	34	$510.00
RF3.3	Capacidad para llevar registro de la historia de los consecutivos de los consumos de bodega y requerimientos que se crean en el sistema, incluso los que son eliminados por el Responsable de Bodega o de Compras desde el Exactus. Esto es importante a la hora de una auditoria a la empresa. El Exactus no lo hace.	6	$90.00
RF3.4	El Solmat tendrá la capacidad de generar consecutivos para el Consumo de Bodega y el Requerimiento sólo cuando ambos documentos son puestos en firme. Esto permite que los Responsables de Bodega y de Compras no bloqueen los consecutivos de estos documentos cada vez que se crean, como acostumbra hacerlo el Exactus actualmente. Por tanto el Solmat corregirá este error del Exactus.	4	$60.00
RF3.5	Implementación en el Solmat de las mismas	15	$225.00

	reglas del negocio que implementa Exactus a la hora de elaborar el Requerimiento Interno de Bodega. La regla del negocio principal que necesita codificación es la siguiente: a. Cuando se crea un Requerimiento Interno de Bodega en el Exactus, se maneja el campo "fecha requerida" a nivel de encabezado y también a nivel de línea de detalle. La fecha requerida del encabezado es un campo calculado que está determinado por la menor de las fechas requeridas de sus líneas. Este mismo mecanismo se tuvo que programar en el Solmat cuando se elabora el requerimiento.		
RF3.6	Codificación en el Solmat de las mismas reglas del negocio que implementa Exactus a la hora de de elaborar el Consumo de Bodega. Estas reglas son: a. Existen usuarios en el Exactus que tienen privilegios de alteración de las existencias del inventario de cada una de las bodegas de la empresa. Se tendrá que programar un algoritmo en el Solmat para que estos mismos usuarios sean los únicos que tengan el poder de elaborar consumos de bodega, y así poder consultar las existencias de las bodegas a las cuales tienen acceso. b. Existen Cuentas Contables en el Exactus que están activas o inactivas, además de poder aceptar movimientos o no poder aceptarlos. Se tendrá que programar un algoritmo para validar que las cuentas contables a las que hace referencia el Centro de Costos solicitante, estén activas y también que acepten movimientos. Si no se cumple con lo anterior en alguna línea del consumo, el Solmat no permitirá generar y almacenar este documento.	36.84	$552.60
RF3.7	En Comasa cuando se crea un requerimiento en el Exactus, el Responsable de Bodega acostumbra escribir en el campo de Departamento el valor "No definido". Para evitar estar escribiendo "No definido" cada vez que se crea un requerimiento, el Solmat generará este valor automáticamente para el campo Departamento. Esto contribuirá a agilizar el	3	$45.00

	proceso de creación del requerimiento.		
RF4.1	Tanto el solicitante como el Responsable de Bodega podrán procesar la recepción del material en el Solmat.	5	$75.00
RF4.2	Capacidad para llevar un histórico de las entregas del material al solicitante. El solicitante podrá recibir el material de un consumo de bodega parcialmente en caso de que las cantidades enviadas a este sean menores a las que detalla el consumo de bodega. Además, el solicitante podrá hacer observaciones escritas a la hora de cada entrega.	6	$90.00
RF5.1	El Sistema de Solicitudes permitirá al solicitante monitorear el proceso de solicitud hasta su entrega, desde cualquier computadora conectada a la intranet de COMASA	5	$75.00
RF5.3	La solicitud de materiales manejará estados no sólo a nivel general, sino que también a nivel de línea de detalle en cada fase del proceso. Esto permite a todos los usuarios del sistema obtener un seguimiento más explícito de la solicitud.	25	$375.00
RF5.4	Inclusión de campos de auditoría para los documentos generados en la fase de provisión de de materiales. Estos campos son los siguientes: a. A nivel de Consumo de Bodega, se almacenarán los siguientes campos de auditoría y serán mostrados al Solicitante a la hora de monitorear el estado de sus solicitudes de materiales: Código del documento, Número de línea, Estado, Usuario que elaboró el documento, Fecha y Hora de Elaboración, Usuario que aprobó/aplicó el documento, Fecha y Hora de aprobación/aplicación, Usuario que anuló el documento de la Base de datos, Fecha y Hora de la anulación, Asiento Contable de la aplicación del documento.	89	$1,335.00
	b. A nivel de Requerimiento Interno de Bodega, se almacenarán los siguientes campos de auditoría y serán mostrados al Solicitante a la hora de monitorear el estado de sus solicitudes de materiales: Código del documento, Número de línea del Requerimiento, Cantidad solicitada, Estado, Fecha Requerida, Usuario que elaboró el documento, Fecha y Hora de Elaboración, Usuario que aprobó el documento, Fecha y Hora de aprobación, Usuario que canceló el		

	documento, Fecha y Hora de la cancelación, Usuario que anuló el documento de la Base de datos, Fecha y Hora de la anulación.		
	c. A nivel de Orden de Compra, se almacenan los siguientes campos de auditoría y serán mostrados al Solicitante a la hora de monitorear el estado de sus solicitudes de materiales: Código del documento, Número de línea del Requerimiento, Cantidad ordenada, Cantidad embarcada, Cantidad recibida, Bodega Destino, Estado, Fecha Requerida, Usuario que elaboró el documento, Fecha y Hora de Elaboración, Usuario que aprobó el documento, Fecha y Hora de aprobación, Usuario que hizo el cierre del documento, Fecha y Hora del cierre.		
	d. A nivel de Embarque, se almacenan los siguientes campos de auditoria y serán mostrados al Solicitante a la hora de monitorear el estado de sus solicitudes de materiales: Código del documento, Número de línea del Requerimiento, Cantidad embarcada, Cantidad recibida, Bodega Destino, Estado, Fecha Requerida, Usuario que elaboró el documento, Fecha y Hora de Elaboración, Usuario que aplicó el documento, Fecha y Hora de aplicación.		
RF6.1	Las Solicitudes de Materiales pueden elaborarse enumerando los materiales indistintamente al grupo/clasificación a que pertenezcan, se podrán solicitar cualquier material que este en la base de datos del inventario de la empresa.	24	$360.00
RF6.2	Introducir algoritmos de validación para el Exactus para evitar que la información del consumo o del requerimiento generado en el Solmat sea integral y consistente cuando ambos documentos son modificados dentro del Exactus. Esto significa que el Responsable de Bodega o de Compras podrá seguir modificando los datos del consumo o del requerimiento en el Exactus siempre y cuando se respeten los datos de las solicitudes de materiales a las que se esta atendiendo. De esta manera existirá estabilidad y coherencia en todo el proceso de solicitud.	69	$1,035.00
RF6.3	Acceder a información contable en el Exactus para refrescar el estado del consumo en el Solmat, una vez que este es aplicado en el Exactus para recoger el asiento contable que generó y mostrarlo en los datos del consumo en	11	$165.00

	la parte de monitoreo del Solmat.		
RF6.4	Implementar la capacidad de parametrizar el Solmat con los siguientes campos de configuración: a. Paquete de Inventario: que utilizará el Solmat para generar los consumos de bodega. Esto permite que si en algún momento se desea ocupar otro paquete, el Solmat generará automáticamente los consumos en el nuevo paquete. b. Consecutivo del Consumo: que hará uso el sistema para codificar los consumos generados, lo que hace posible que si en algún instante se desea usar otro tipo de consecutivo, el Solmat creará de manera automática los consumos con el nuevo consecutivo.	10	$150.00
RF6.5	Se permitirá al súper-usuario establecer jerarquías entre centros de costos y departamentos, lo que se traduce a mayor flexibilidad en caso de que ocurra algún cambio en la estructura organizacional de Comasa.	25	$375.00
RF7.1	Implementar búsquedas de Solicitudes de Materiales en estado "borrador" utilizando los siguientes campos: Código de Solicitud, Fecha de Emisión, Fecha Planificada, Nivel de Prioridad Además, implementar la capacidad para ordenar y reordenar ascendentemente y descendentemente este tipo de solicitudes mediante los siguientes campos: Código de Solicitud, Centro de Costos, Departamento, Proyecto, Fecha de Emisión, Fecha Planificada, Nivel de Prioridad, Comentarios y Estado.	0.49	$7.35
RF7.2	El solicitante podrá hacer búsquedas por el nombre o el código del artículo a la hora de consultar el inventario de la empresa. Además podrá hacer un ordenamiento del los registros de los artículos utilizando los siguientes campos: Código del artículo, Descripción, Cantidad en Existencias, Cantidad Reservada por Solicitudes,	1.5	$22.50

	Unidad de Medida Tipo de Cuenta.		
RF7.3	Implementar búsquedas de Solicitudes de Materiales iniciando desde el estado "aprobado" hasta "materiales entregados" utilizando los siguientes campos: Código de Solicitud, Fecha de Emisión, Fecha Planificada, Nivel de Prioridad, Estado. Además, implementar capacidad para ordenar y reordenar este tipo de solicitudes mediante los siguientes campos: Código de Solicitud, Centro de Costos, Departamento, Proyecto, Fecha de Emisión, Fecha Planificada, Nivel de Prioridad, Comentarios, Estado.	10	$150.00
RF7.4	Para propósitos de consulta sobre cuáles son las solicitudes de materiales que se atendieron o se están atendiendo por un consumo o requerimiento dado, se implementarán dos vistas generales con capacidad de filtración y búsqueda, en las que se muestran todos los datos involucrados en la relación requerimiento-solicitud y la otra, la relación consumo-solicitud. Ambas vistas se mostrarán a nivel de línea de detalle para cada tipo de documento. La información provista por ambas vistas, servirá de apoyo para el Responsable de Bodega o de Compras a la hora de decidir la aprobación de un Consumo de Bodega o Requerimiento dentro del Exactus.	24.5	$367.50
RF8.1	Emisión de reporte de duración desde el momento inicial que se genera el consumo de bodega u requerimiento interno de bodega mostrando la diferencia en días hasta el momento de la entrega de los materiales al solicitante.	24	$360.00

RNF1.1	Se controlará una jerarquía de autoridad sobre el proceso de solicitud de materiales. Esto es, existirán una serie de permisos asignados a los usuarios del sistema, que facilite el control sobre cada fase dentro del proceso. Estos roles deben ser: - Solicitante. - Responsable de Área. - Responsable de Bodega. - Responsable de Compras. - Administrador del Sistema.	55	$825.00
RNF1.2	Creación y programación de un algoritmo de encriptación exclusivo para las contraseñas de los usuarios del Sistema de Solicitudes de Materiales.	7.5	$112.50
RNF1.3	Incorporación de una columna especial para el almacenamiento de las contraseñas de los usuarios del Sistema de Solicitudes de Materiales utilizando la tabla de usuarios del Exactus.	0.5	$7.50
RNF1.4	Administración de las contraseñas de los usuarios del Sistema de Solicitudes, esto incluye la edición de las contraseñas y el almacenamiento.	6	$90.00
RNF2.1	Elaboración de tutoriales interactivos para cada tipo de usuario, de tal forma que siendo interactivos la audiencia pueda entender mejor cada proceso de la solicitud de materiales hasta la recepción de los materiales. Presentar los mismos tutoriales de manera estática en archivos PDF.	48.2	$723.00
RNF2.2	Elaboración de un manual de instalación del Sistema.	5.35	$80.25
RNF3.3	Inclusión de Mensaje de bienvenida personalizada al usuario cada vez que inicia sesión. Esto posibilita que el usuario se sienta identificado por el sistema como tal.	1.02	$15.30
	TOTAL	**733.40**	**$11,000.00**

Según la información de la tabla se puede deducir que el costo total estimado del análisis y el desarrollo del Sistema de Solicitud de Materiales será de US **$ 11,000** (once mil dólares). El tiempo estimado de la construcción de este sistema será de **733.40** horas laborables. Por tanto, si se pretende trabajar 8 horas al día y 22 días al mes, el tiempo en que se terminará el desarrollo del Solmat será en **4.17** meses.

El costo del análisis y del desarrollo del Sistema de Solicitud de Materiales se cataloga como un costo no recurrente.

Por otro lado, las herramientas de desarrollo de software para construir el Solmat, ya se encuentran disponibles en Comasa. Por tanto no habrá ningún gasto adicional en la adquisición de nuevas herramientas, ya que se usarán las que existen en la empresa. En los resultados del tercer objetivo de esta investigación se enlistan todas las herramientas de software utilizadas para el análisis, desarrollo, implantación y documentación del Sistema de Solicitud de Materiales.

VI.2.b.iii. Costo de la Implantación y Configuración del Sistema

Cuando se realice la entrega del sistema a Comasa, éste vendrá acompañado de un manual de instalación que guiará paso a paso a la persona que lo instalará y lo configurará en los servidores de la empresa. Se estima que el tiempo de instalación y configuración de este sistema será de 5 horas. La persona que realizará este trabajo será el Jefe de Informática de la empresa.

Considerando que el Jefe de Informática devenga un salario mensual neto de $2,370.00 dólares, los honorarios por hora de esta persona son de US $ 9.88. Por tanto, tomando en cuenta que la instalación y configuración del Sistema de Solicitud de Materiales tendrá una duración de cinco horas, se estima que el costo total de esta actividad es de **US $ 49.38**.

El costo de la implantación y configuración del sistema se cataloga como un costo no recurrente.

VI.2.b.iv. Costo de la Capacitación del Sistema

La capacitación va a estar dirigida por el Jefe de Informática. Existen alrededor de 58 usuarios que harán uso del Solmat y deberán ser entrenados. Suponiendo que la capacitación va a estar dividida en cuatro grupos de usuarios y estimando que el entrenamiento va a durar 3 horas por grupo, equivalen a un total de 12 horas invertidas en

capacitación. Por tanto, el costo total de la capacitación considerando los honorarios por hora del Jefe de Informática ($9.88/hora) será de **US $ 118.50**.

El costo de la capacitación se cataloga como un costo no recurrente.

VI.2.b.v. Presupuesto de Viáticos por Visitas a Plantas en Chinandega

Comasa presupuestará un total de **$500.00** dólares para cubrir los gastos de viáticos por las visitas que el desarrollador del Solmat estime pertinentes realizar, para conocer el comportamiento del proceso de solicitud de materiales, en las plantas de Chinandega. Estas visitas se harán con el fin de apoyar el análisis del sistema.

El costo de los viáticos se cataloga como un costo no recurrente.

VI.2.b.vi. Costo de Mantenimiento del Sistema

El mantenimiento del sistema se hará a nivel interno de la empresa. El Responsable del Área de Redes estará encargado de dar mantenimiento a la base de datos del sistema y al servidor Web, donde va a estar alojado el Sistema de Solicitud de Materiales. El salario neto mensual de esta persona es de US $ 1, 800.00. El tiempo que dedicará al mantenimiento del hardware y software del servidor de base de datos y el servidor Web será de 5 horas semanales. El salario por hora del responsable de redes es de US $7.50. Por tanto el costo total del mantenimiento mensual será de **US $150.00**.

Este costo se convierte en un costo recurrente posterior a la implantación del Solmat en Comasa.

VI.2.b.vii. Costo Operativo del Personal

Existen alrededor de 57 usuarios potenciales del Solmat. Entre ellos, solicitantes, responsables de bodega, conductores, responsables de área, responsables de compras y los respectivos gerentes de las áreas operativas, financieras y recursos humanos. Al atender 131 solicitudes mensuales utilizando el Solmat, el costo mensual incurrido en operar este sistema por el personal es de **C$ 17, 090.80**.

VI.2.b.viii. Costo Operativo del Servicio de Internet

El Solmat hace uso de la intranet de Comasa. Debido a que esta intranet funciona mediante Internet, esta empresa hace un gasto mensual de pago por servicios de Internet a su proveedor por la suma de **US $ 100.00.** Este gasto se debe incluir en los costos de operación del Sistema de Solicitud de Materiales.

VI.2.b.ix. Depreciación de Hardware y Software

El Sistema de Solicitud de Materiales estará alojado en un servidor Web, el cual ya se encuentra disponible en Comasa. Por otro lado, las estaciones cliente que van a estar accediendo a esta sistema están ubicadas tanto en Managua como en Chinandega. Además existen cinco computadoras laptops que normalmente las utilizan las autoridades administrativas de la empresa que también conforman parte de los usuarios del sistema. *No* se requiere ninguna compra adicional de hardware para operar el Solmat.

Según datos contables obtenidos de la empresa, todas las estaciones de trabajo y el servidor Web ya sobrepasaron su vida útil. Sólo a las computadoras laptops les resta un año de vida útil.

El método de depreciación utilizado en Comasa para los equipos de cómputo es en línea recta a 5 años. El costo unitario promedio de todas las computadoras laptops es de US $ 1567.32, el gasto por depreciación anual para los 5 equipos en su último año de vida útil será **US $ 1567.32**.

Además se pretende incluir la depreciación del Sistema de Solicitud de Materiales. El costo anual de depreciación de este sistema es de **US $ 2, 200.00.**

VI.2.c. Determinación de Beneficios de la implantación del Sistema de Solicitud de Materiales

En esta sección se enlistan todos los beneficios del Sistema de Solicitud de Materiales. Cabe mencionar que algunos de estos beneficios fueron determinados

anteriormente durante la comparación de los procesos de solicitud de materiales *antes* y *después* de la implantación del Solmat.

VI.2.c.i. Beneficios Cuantificables

- Tanto el esfuerzo humano como los honorarios se ven significativamente reducidos con el uso del Solmat. La carga de trabajo de todo el personal involucrado en el proceso de solicitud de materiales se verá disminuida en un **46.15%,** ya que realizarán menos actividades que las que ejecutan sin utilizar el Solmat. La cantidad mensual en honorarios que se ahorrará Comasa al atender la misma cantidad (34) de solicitudes sin usar el Solmat será de **C$ 7,288.63**
- El ahorro mensual en papelería de formatos pre-impresos de solicitud de materiales para Comasa será de **C$ 5, 000.00**
- El personal del departamento Compras y Bodega no tendrá que invertir más tiempo en la elaboración del reporte de provisión y recepción de materiales, que requiere la Gerencia Financiera, para evaluar el comportamiento de dicho departamento y la duración de las compras con los proveedores. Por tanto, se ahorrarán honorarios de este personal, lo cuales tienen un costo mensual de **C$ 8,064.58**
- El impacto del Solmat en la ejecución de los proyectos internos de la empresa, estará basado en la disposición a tiempo de los materiales requeridos por estos proyectos, ya que este sistema otorgará mayor nivel de prioridad a las solicitudes de materiales de dichos proyectos. En consecuencia, Comasa dejará de gastar **C$ 12, 547.00** mensuales en recursos adicionales para poder completar los proyectos.
- Crear un vínculo entre la Gerencia de Operaciones y la Gerencia Financiera para compatibilizar los procesos ejecutados dentro de estas unidades relativos a la solicitud de materiales y aumentando de esta manera el nivel de la producción de maní, generando utilidades de **US $ 14, 400.00** mensuales adicionales a las utilidades de la producción actual.

VI.2.c.ii. Beneficios No Cuantificables

Por otra parte, se muestran a continuación los beneficios de valor agregado que traerá consigo la implantación del Sistema de Solicitud de Materiales:

- Anteriormente, el Proceso de Solicitud de Materiales estaba comprendido de 28 subprocesos, sólo 10 de ellos eran automatizados. Mediante la implantación del Solmat, este proceso estará comprendido de 20 subprocesos, 15 de ellos serán automatizados.
- Mayor disponibilidad de tiempo del personal de bodega y de compras para enfocarse en sus labores centrales, al reducirse significativamente la necesidad de atender a los usuarios en cuanto al seguimiento de sus solicitudes.
- Eliminación de la redundancia de las descripciones de los materiales solicitados por el uso de una base de datos relacional normalizada. De esta manera, los solicitantes seleccionarán el artículo que requieren y no lo tendrán que escribir como se hacía antes en formatos preimpresos.
- Dado que el Sistema Exactus es utilizado en el resto de empresas del Grupo Comasa será posible que el Sistema de Solicitud de Materiales pueda ser reutilizado e implantado en esas empresas sin costo adicional.
- Mayor agilidad en la atención de las solicitudes por parte de los responsables de bodega y los responsables de compras.
- Mayor control y reducción significativa del tiempo para la elaboración y seguimiento de las solicitudes de materiales mediante su administración centralizada y en línea.
- Posibilidad de evaluar el rendimiento del personal de bodega y de compras en cuanto a la agilidad de la atención las solicitudes de materiales dada la existencia en el sistema de indicadores del tiempo que toma cada fase del proceso de solicitud de materiales.
- Mayor transparencia en la auditoria de las transacciones contables, ya que la el Solmat permitirá mostrar la solicitud de materiales que originó cierta compra o salida de bodega.
- El Sistema de Solicitud de Materiales permitirá una mejor planificación de las fechas en que deben elaborarse las solicitudes de materiales, especialmente cuando estos no están disponibles en bodega, gracias a los datos históricos que ofrecerá el sistema sobre los tiempos de adquisición de materiales similares. Esto a su vez contribuirá agilizar y mejorar la calidad de los procesos productivos y administrativos.

- Capacidad de realizar consultas ágiles y eficientes de las solicitudes de materiales mediante el uso de tecnología de vanguardia como lo es la adopción de una arquitectura de N-Capas y el uso de Ajax (XML y Javascript Asíncronos).

VI.2.d. Evaluación Económica del Desarrollo e Implantación del Sistema de Solicitud de Materiales

Después de haber determinado los costos y los beneficios del Solmat, se procede a evaluar comparativamente estos dos elementos para determinar la viabilidad de la ejecución del proyecto de desarrollo e implantación de este sistema.

La evaluación estará basada determinar tres elementos financieros que definirán si Comasa decide por la ejecución del proyecto:

- **Rendimiento del Capital Invertido (ROI):** corresponde a la tasa que establece la relación entre los beneficios esperados de la ejecución de un proyecto y el costo de la inversión para determinar la rentabilidad de un proyecto informático. La rentabilidad se podrá manifestar en la reducción de costos o bien en la generación de utilidades para la empresa.

  Debido a que a tecnología raramente cubre los costos en su primer año, la determinación del ROI se realizará en un período de 3 años.

  El ROI se calcula así:

  ROI = ((beneficio neto año 1 + beneficio netos año 2 + beneficio neto año 3) / 3 / costo inicial) X 100

  El beneficio neto de cada año se calcula:

  Beneficio neto año X = Beneficios año X – Costos año X, donde X es el año correspondiente.

- **Período de Recuperación de la Inversión:** determina cuánto tiempo debe pasar para que los beneficios sean iguales a los costos iniciales. En otras palabras, define el tiempo en que Comasa recuperará la inversión del proyecto.

- **Valor Presente Neto (VPN):** permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión. El Valor Presente Neto permite determinar si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor de Comasa. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significará que el valor de la empresa tendrá un incremento equivalente al monto del Valor Presente Neto. Si es negativo quiere decir que la empresa reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor.

  Es importante tener en cuenta que el valor del Valor Presente Neto depende de las siguientes variables: la inversión inicial previa, las inversiones durante la operación, los flujos netos de efectivo, la tasa de descuento y el número de periodos que dure el proyecto.

  El VPN se calcula de la siguiente manera:

$$VAN = \sum_{n=0}^{N} \frac{I_n - E_n}{(1+i)^n}$$

  I_n representa los ingresos y E_n representa los egresos. E_n se toma como valor negativo ya que representa los desembolsos de dinero. N es el número de períodos considerado (el primer período lleva el número 0, no el 1). El valor I_n - E_n indica los flujos netos de efectivo estimados de cada período. El tipo de interés es i. Este interés corresponde a la tasa de descuento.

  La tasa de descuento es la tasa de retorno requerida sobre una inversión. La tasa de descuento refleja la oportunidad perdida de gastar o invertir en el presente por lo que también se le conoce como costo o tasa de oportunidad. En el caso de la evaluación del proyecto de Desarrollo e Implantación del Sistema de Solicitud de Materiales se utilizó la tasa de descuento del 15%.

VI.2.d.i. Costos

A continuación se muestran los costos asociados con la implantación del Sistema de Solicitud de Materiales. Se incluyen tanto costos recurrentes como no recurrentes.

Tabla Nº 12: Costos Asociados la Implantación del Sistema de Solicitud de Materiales
Fuente: Elaboración propia, basado en costos recurrentes y no recurrentes determinados.

Costos Incurridos (US $)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Mantenimiento del Solmat	$0.00	$900.00	$900.00	$900.00
Mantenimiento del Servidor Web	$0.00	$900.00	$900.00	$900.00
Pago de Servicio de Internet	$0.00	$1,200.00	$1,200.00	$1,200.00
Viáticos de Viaje a Chinandega	$500.00	$0.00	$0.00	$0.00
Instalación y Configuración del Solmat	$49.38	$0.00	$0.00	$0.00
Costos Operativos del Personal	$10,897.43	$10,897.43	$10,897.43	$10,897.43
Capacitación	$118.50	$0.00	$0.00	$0.00
Total	**$11,565.43**	$13,897.43	$13,897.43	$13,897.43

Como se podrá ver, el costo de la inversión resultante del proyecto de desarrollo de Solicitud de Materiales es de US $11, 565.43. Este costo equivale a un **30%** menor al que Comasa tenía presupuestado inicialmente (US $16, 500.00).

Por otro lado, se muestran los activos que van a ser capitalizados (depreciados). Estos son el mismo Sistema de Solicitud de Materiales y las cinco computadoras laptops de

los usuarios de áreas administrativas de la empresa, a las cuales les queda un año de vida útil. El método de depreciación para ambos activos es en línea recta a 5 años.

Tabla Nº 13: Activo Capitalizables Asociados la Implantación del Sistema de Solicitud de Materiales
Fuente: Elaboración propia, basado en costos recurrentes y no recurrentes determinados.

Activos Capitalizables (US $)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Sistema de Solicitud de Materiales	$11,000.00	$0.00	$0.00	$0.00
5 Computadora Laptops de Usuarios de áreas administrativas de la empresa	$1,567.32	$0.00	$0.00	$0.00
Total	$12,567.32	$0.00	$0.00	$0.00

El calendario de depreciación para los activos anteriores es:

Tabla Nº 14: Calendario de Depreciación de Activos Asociados la Implantación del Sistema de Solicitud de Materiales
Fuente: Elaboración propia, basado en costos recurrentes y no recurrentes determinados.

Calendario de Depreciación de Activos (US $)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Sistema de Solicitud de Materiales	$0.00	$2,200.00	$2,200.00	$2,200.00
5 Computadora Laptops de Usuarios de áreas administrativas de la empresa	$0.00	$1,567.32	$0.00	$0.00
Total	$0.00	$3,767.32	$2,200.00	$2,200.00

VI.2.d.ii. Beneficios

A continuación se muestran los beneficios asociados con la implantación del Sistema de Solicitud de Materiales. Se incluyen sólo los beneficios cuantificables.

Tabla Nº 15: Beneficios Cuantificables Asociados la Implantación del Sistema de Solicitud de Materiales

Fuente: Elaboración propia, basado en los beneficios determinados.

Beneficios Cuantificables (US $)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Reducción de la Carga de Trabajo y Honorarios de Personal Involucrado en el Proceso de Solicitud de Materiales.	$0.00	$4,647.37	$4,647.37	$4,647.37
Ahorro en Papelería de Formatos Preimpresos de Solicitudes de Materiales.	$0.00	$3,188.10	$3,188.10	$3,188.10
Reducción de Honorarios del Personal de Bodega y Compras en la Elaboración del Reporte de Provisión y Recepción de Materiales.	$0.00	$5,142.13	$5,142.13	$5,142.13
Mayor disponibilidad de materiales para los Proyectos de la empresa.	$0.00	$8,000.00	$8,000.00	$8,000.00
Aumento en la Producción de Maní debido a la agilización en la atención de solicitudes de materiales que contienen insumos para el proceso productivo.	$0.00	$172,800.00	$172,800.00	$172,800.00
Total	$0.00	$193,777.60	$193,777.60	$193,777.60

VI.2.d.iii. Análisis Financiero

En esta sección, se muestran los flujos de efectivo para los tres años previstos para el análisis costo beneficio.

Tabla Nº 16: Análisis Financiero de la Implantación del Sistema de Solicitud de Materiales

Fuente: Elaboración propia, basado en los costos y beneficios determinados.

Análisis Financiero (US $)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Utilidades Netas Antes de Impuestos	-$24,132.63	$179,880.17	$179,880.17	$179,880.17
Utilidades Netas Después del Impuesto Sobre la Renta (30%) y Depreciación	-$20,663.04	$127,046.32	$126,576.12	$126,576.12
Tasa de Rendimiento de Capital Invertido (ROI) =				**613%**
Valor Presente Neto (VPN) con tasa de descuento del 25% =				**$226,789.71**
Periodo de Recuperación de la Inversión (años) =				**0.16**

VI.2.e. Conclusión sobre el Análisis Costo/Beneficio

Según el análisis financiero de la sección anterior, se puede concluir que el proyecto de Desarrollo e Implantación del Sistema de Solicitud de Materiales es una inversión significativamente rentable para Comasa debido a que:

1. La tasa de Rendimiento del Capital Invertido (ROI) es del 613%, lo que significa que se obtendrán 613% en beneficios sobre el costo de la inversión inicial.

2. El valor presente neto será de US $ 226, 789.71. Según la teoría financiera, esto demuestra que este proyecto generará una utilidad de US $ 226, 789.71 al concluir los tres años evaluados. Lo que aumenta el valor del capital de la empresa.

3. El período de recuperación de la inversión es de 58.4 días. Lo que demuestra que la inversión se reembolsará rápidamente con un riesgo mínimo.

VI.3. Desarrollo de la aplicación Web de Solicitud de Materiales basada en arquitectura de N-Capas, haciendo uso de Herramientas Case y Ajax

Para cumplir para poder dar inicio al desarrollo de la aplicación Web, se empleó análisis documental para revisar bibliografía referente la construcción de aplicaciones Web interactivas que incorporen la técnica Ajax. Esta técnica funciona del lado del cliente y permite al usuario mejorar la interacción con las páginas Web sin que éstas tengan que refrescar su contenido cuando hacen consultas a una base de datos. De esta manera el usuario obtiene sus datos rápidamente sin tener que esperar que la aplicación Web haga su trabajo.

Por otro lado, para el desarrollo del Sistema de Solicitud de Materiales (Solmat), se adoptó la metodología de desarrollo rápido de aplicaciones (RAD), la cual requiere del uso de herramientas Case para el análisis la generación de código y un enfoque de orientación a objetos en la estructura del sistema. Esta metodología establece que el desarrollador debe estar muy de cerca con el usuario, mostrándole continuamente prototipos hasta obtener el producto completo. Así el usuario comprueba que la aplicación Web satisface sus necesidades desde el inicio del desarrollo y se siente más conforme y satisfecho con la solución final.

Además se consultaron los manuales de usuario sobre los módulos del Exactus que tienen relación y están integrados con el Solmat. Estos módulos son los siguientes: Control de Inventario, Compras y Administración del Sistema. Asimismo, se realizó entrevistas al Jefe de Informática para conocer los recursos de hardware y software disponibles en Comasa.

La duración del análisis y la codificación del sistema de Solicitud de Materiales fue de cuatro meses y veinte días trabajando ocho horas diarias de lunes a viernes. En este transcurso se codificaron los prototipos hasta obtener el sistema completo. Se realizaron varias reuniones con los usuarios para hacer demostraciones de la operación de los prototipos y del producto final.

Algunas de las complicaciones que hubo en el cumplimiento de este objetivo fueron las siguientes:

- Al decidir el tipo de integración del Solmat con el Exactus, se indagó si éste último poseía Interfaces de Programación de Aplicación (APIs) para que ambos sistemas se pudieran comunicar entre sí sin necesidad de mucha codificación. Sin embargo, la empresa Exactus, ubicada en Costa Rica, no brindó apoyo para suplir documentación sobre las Interfaces de Programación de Aplicación (API) del Sistema Exactus Impulso. Por esta razón, se tuvo que hacer un estudio de análisis de este sistema para conocer sus interioridades y su funcionamiento y así poderlo integrar al Solmat.

- No hubo suficiente disposición por parte de Comasa para que coordinara con los usuarios finales la ejecución de pruebas sobre los primeros prototipos entregados. Sin embargo, cuando se hicieron las pruebas pertinentes sobre los prototipos y el producto final se obtuvieron impresiones positivas por parte de los usuarios.

- Comasa requería inicialmente que se reutilizaran en el Solmat las credenciales de seguridad (nombre de usuario y contraseña) que utilizan los usuarios para acceder al Exactus. Este último sistema almacena las contraseñas de manera encriptada. Por tanto, como la empresa Exactus no suplió información del método de encriptación/desencriptación de sus contraseñas en la base de datos, se tuvo que programar un algoritmo propio del Solmat para almacenar contraseñas encriptadas.

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

VI.3.a. Plataforma del Sistema de Solicitud de Materiales

VI.3.a.i. Plataforma de Hardware

La plataforma de hardware utilizada por el Solmat es la existente en Comasa y no se requirió comprar adicionalmente otros componentes de hardware. Las características de esta plataforma son las siguientes:

Tabla Nº 17: Plataforma de Hardware utilizada por el Solmat
Fuente: Elaboración propia, basada en entrevista realizada

Componente de Hardware	Características	Tipo de uso del Solmat
Servidor Web	• **Marca:** HP • **Modelo:** Proliant ML 150 G3 • **Memoria RAM:** 512MB expandible a 8GB • **Espacio del Disco Duro:** 200GB • **Procesador:** Procesador Intel® Xeon® 5120 Dual-Core a 1,86 GHz • **Conectividad:** Doble Tarjeta de Red Ethernet HP NC7781 10/100/1000 Redundante. • **Unidad óptica:** CD-ROM IDE (ATAPI) 48x • **Controlador de disco duro:** HP SATA RAID • **Sistema Operativo:** Microsoft Windows Server 2003 Enterprise Edition 32bits. • **Servicios habilitados:** Microsoft Internet Information Services (IIS) versión 6.0	El Sistema de Solicitud de Materiales se alojará en este servidor. A éste accederán todos los usuarios a través de su navegador Web para ingresar al sistema.
Servidor de Base de Datos de Exactus	• **Marca:** HP • **Modelo:** Proliant ML 350 G5 • **Memoria RAM:** 4 GB expandible a 32GB • **Espacio del Disco Duro:** 750 GB, configuración RAID 1 (espejo). • **Procesador:** Intel® Xeon® E5310 Quad Core a 1,60 GHz • **Conectividad:** Doble Tarjeta de Red Ethernet Redundante NC373i multifunción Gigabit con TCP/IP Offload Engine • **Unidad óptica:** DVD-ROM a 16X • **Controlador de disco duro:** HP Smart Array E200i/64 (RAID 0/1/1+0) • **Sistema Operativo:** Microsoft Windows	El esquema de datos del Solmat (tablas, procedimientos almacenados y triggers) está almacenado en la misma base de datos del Exactus. Por otro lado, el Solmat accede a este servidor no sólo para consultar su esquema de datos sino también para consultar información

	Server 2003 Enterprise Edition 32bits. • **Versión de Base de Datos:** Microsoft SQL Server 2000 SP4 en Español.	del Exactus.

VI.3.a.ii. Plataforma de Comunicaciones

La plataforma de comunicaciones utilizada por el Solmat es la misma infraestructura de red de Comasa. No se requirió hacer instalaciones ni cableado de red adicional ni compra de equipo de red.

Comasa posee una intranet entre las plantas de producción y las oficinas administrativas mediante un enlace inalámbrico mantenido por su Proveedor de Internet. Todas las estaciones de trabajo en Comasa tendrán acceso automáticamente al Sistema de Solicitud de Materiales. Sin embargo, sólo aquellos que tengan las credenciales de seguridad correctas podrán hacer uso de este sistema.

En la sección de anexos del documento de *Especificaciones de Requerimientos del Software para el Solmat* (resultado del primer objetivo de esta investigación) se puede encontrar un diagrama de red detallado de la infraestructura de telecomunicaciones de Comasa.

VI.3.a.iii. Plataforma de Software

El Sistema de Solicitud de Materiales constituye una aplicación Web codificada en lenguaje ASP.NET versión 2.0 utilizando Visual Basic.NET versión 2005.

Los requerimientos mínimos de software son los siguientes:

- Tener instalado en el Servidor Web el Microsoft .NET Framework versión 2.0 y también el Microsoft Data Access Components (MDAC) versión 2.6. Ambos componentes de software son gratuitos y se pueden descargar de Internet.
- Las tablas, procedimientos almacenados y triggers que ocupa el Solmat, requieren de una base de datos SQL Server 2000 SP2 o superior. Esta versión de base de

datos está instalada en el servidor de Exactus mencionado en la sección de Plataforma de Hardware.

VI.3.b. Arquitectura del Sistema de Solicitud de Materiales

Citando la definición de arquitectura de software del marco teórico se dice que:

> *La arquitectura de software de un programa o sistema computacional es la estructura o estructuras del sistema, que comprende varios componentes de software, las propiedades externamente visibles de dichos componentes, y las relaciones entre ellos.*

Según la definición, una arquitectura agrupa los componentes de software que constituyen al sistema para que pueda haber una mejor comunicación entre estos mismos.

El término componente surge del enfoque de orientación a objetos. Un componente no es más que un módulo que realiza cierta función dentro del sistema. Los componentes pueden ser controles de interfaces, código para validar datos, código para validar el acceso a los datos, código para hacer consultas a la base de datos, código para administración de sesiones de usuario, código para administración de transacciones, código para administración de conexión a bases de datos, etc. El Solmat emplea varios tipos de componentes y la arquitectura en que están agrupados conforma una arquitectura de N-Capas.

Una arquitectura de n-capas puede definirse como un sin número de niveles agrupados uno sobre otro, cada uno con una función distinta y separada.

También se puede hacer referencia a la siguiente definición:

"Una arquitectura de n-capas es aquella que por lo menos contiene 3 capas lógicas o partes que están separadas. Cada capa interactúa solamente con la capa de abajo y tiene una función específica de la cual es responsable." [YANG2001]

El número de capas implementadas en el Solmat es de cinco capas. Esta arquitectura de cinco capas fue generada por una herramienta CASE de generación de código llamada Iron Speed Designer, la cual fue la principal herramienta utilizada para el desarrollo del sistema.

Esta arquitectura tiene sus cimientos en el .NET Framework, que corresponde al marco de trabajo en el que operan las aplicaciones desarrolladas en cualquier lenguaje de la familia .NET. Este marco de trabajo suple todos aquellos componentes necesarios para que este tipo de aplicaciones pueda ejecutarse. En el caso del Solmat, es requerido tener instalado el .NET Framework únicamente del lado del servidor.

A continuación se muestra un esquema que describe la estructura de las capas que conforman el Solmat. Cabe mencionar que las cuatro capas superiores están alojadas en el Servidor Web y la quinta (Capa de Base de Datos) se encuentra alojada en el Servidor de Base de Datos de Exactus.

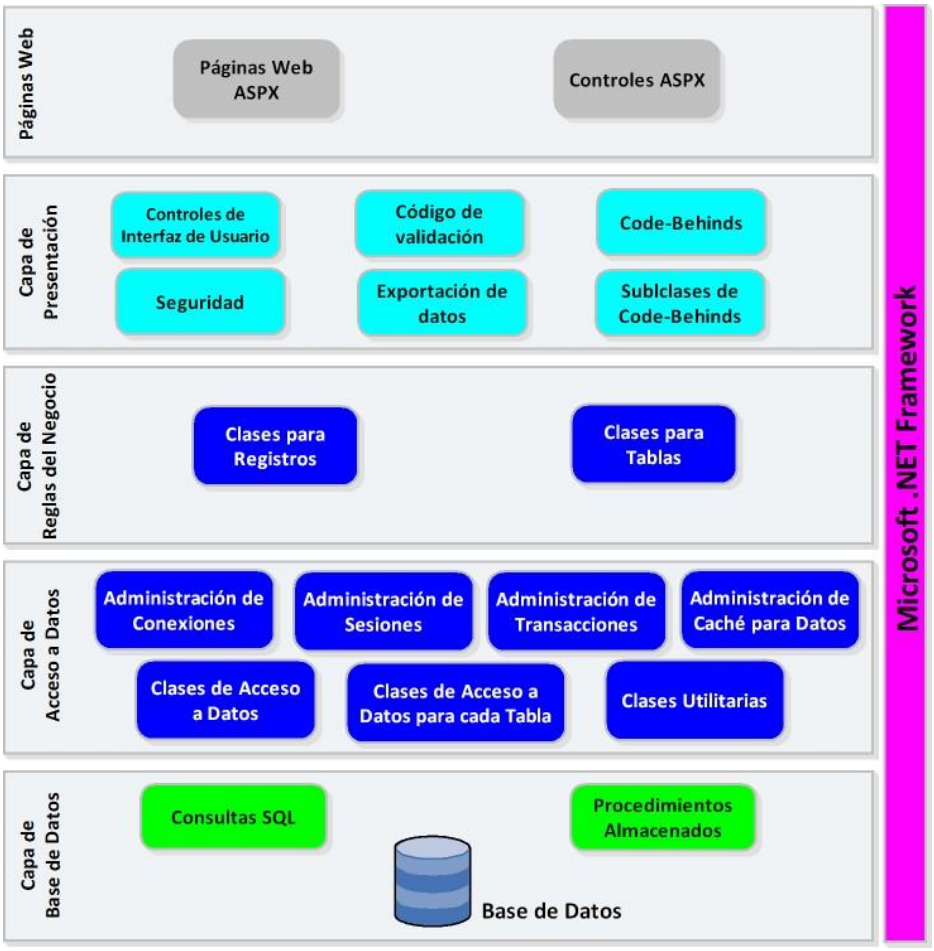


Figura Nº 24: Arquitectura de N-Capas del Sistema de Solicitud de Materiales
Fuente: Elaboración propia, basada en la estructura generada por la Herramienta Case Iron Speed Designer

La explicación del contenido de cada capa y su función se detalla a continuación:

1. **Capa de Base de Datos**: corresponde al Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD). En este caso el Solmat utiliza la base de datos Microsoft SQL Server 2000. Esta capa esta pensada solamente para ocuparse del almacenamiento y de la recuperación de la información. Dentro de la base de datos se crearon los siguientes objetos de datos:

a. Tablas: El Solmat como tal usa diecisiete tablas en las que almacena y extrae la información. Algunas de estas tablas, son tablas pertenecientes al Exactus y las demás fueron creadas para la operación del Solmat.

b. Procedimientos Almacenados: con ayuda del Iron Speed Designer y mediante programación se crearon 634 procedimientos almacenados. La mayoría de estos procedimientos almacenados fueron generados por el Iron Speed Designer. Cada uno de estos procedimientos hace referencia a las diferentes acciones de edición, inserción, creación y eliminación sobre cada una de las tablas con las que se trabajó en el desarrollo.

c. Triggers (Disparadores): se crearon diez triggers, los cuales están relacionados con las transacciones que realiza el Exactus sobre las gestiones de compra y de salida de bodega. Estos disparadores son el principal medio que facilita que el Solmat se pueda integrar con el Exactus, ya que cuando ocurre alguna transacción en el Exactus, el Solmat se da cuenta de esto y reacciona al respecto sobre sus registros.

d. Vistas: las vistas son consultas especializadas a la base de datos para extraer información. Se elaboraron veintisiete vistas mediante programación. Las vistas proporcionan información filtrada sobre:

   i. Lista de solicitudes que pueden ser atendidas por un requerimiento interno de bodega.
   ii. Lista de solicitudes que pueden ser atendidas por un consumo de bodega.
   iii. Usuarios activos del Exactus y sus respectivas credenciales de seguridad.
   iv. Catálogo de Productos disponibles en todas las bodegas de la empresa y su respectiva clasificación.
   v. Lista de artículos que deben ser recibidos por los solicitantes.
   vi. Consulta para el Reporte de duración desde el momento inicial que se genera el consumo de bodega u requerimiento interno de bodega

mostrando la diferencia en días hasta el momento de la entrega de los materiales al solicitante

2. **Capa de Acceso a Datos**: Esta capa contiene componentes genéricos para crear una interfaz que permita interactuar con los datos de la base de datos. Muchos de estos componentes tienen la función de administrar las conexiones con la base de datos, las transacciones con la base de datos, la sesiones de usuario y además proveer clases de objeto genéricas de tablas, vistas y consultas de la base de datos. Iron Speed Designer genera esta capa para suministrar una plataforma que permita que en capas superiores se pueda heredar de las clases de objeto genéricas para crear clases de objetos para cada una de las tablas, vistas y consultas que requiere el Solmat para su funcionamiento. A continuación se muestra una explicación de cada componente de esta capa:

    a. Administración de Transacciones: El Solmat es una aplicación que utiliza un modelo transaccional basado en páginas Web. Esto significa que cuando se hace algún cambio en los registros de una tabla mediante una página Web, estas modificaciones son guardadas cuando el usuario hace clic en *Aceptar*. Todos los cambios son efectivos mediante una sola transacción.

    b. Administración de Caché para Datos: cuando un usuario del Solmat decide hacer una consulta compuesta de un gran número de datos resultantes (digamos un millón), el sistema hace uso de cursores de la base de datos para retornar la información al usuario. Los cursores sirven para parcializar la cantidad de los datos que deberán ser mostrados al usuario ante una consulta. Si el usuario desea ver los resultados de diez en diez, un cursor se encarga de mostrar los primeros diez resultados sin tener que almacenar temporalmente los otros tantos resultados en memoria. Esto permite que se minimice la carga de transmisión de los datos entre el cliente y el servidor y además se haga un mejor uso del espacio de almacenamiento temporal de la aplicación Web dentro del servidor.

c. Administración de Sesiones: Esta característica tiene que ver con la seguridad para acceder al Solmat. Este sistema incorpora las características de más alto nivel implementadas en el .Net Framework. La seguridad es basada en roles de usuario y cuenta con almacenamiento de contraseñas en la base de datos, salida automática del sistema y encriptación de los datos transferidos.

d. Clases de Acceso a Datos: Actualmente los sistemas orientados a objetos hacen uso de bases de datos relacionales. Las clases de acceso a datos conforman los componentes que permiten que las tablas, vistas y consultas almacenadas en la base de datos se conviertan programáticamente en clases de objeto para poder ser manipulables y hacer uso de las bondades del paradigma de orientación a objetos (abstracción, encapsulamiento, etc.).

   Por cada registro, tabla o vista de la base de datos se crean dos tipos de clases de objeto: una base y otra personalizable. La clase base describe las propiedades (atributos) de cada tabla. La clase personalizable es la clase donde se codifican todos los métodos (funciones) para manipular la información según las reglas del negocio (en la capa de Reglas del Negocio). Las reglas del negocio constituyen todas aquellas consideraciones y validaciones que debe contener el Sistema para poder funcionar dentro del esquema de las políticas de la empresa.

   Por otro lado se crearon clases por cada registro, tabla o vista que sirven de interfaz para abstraer los comandos SQL y que de por sí, incluyen la lógica de conexión a la base de datos.

e. Clases Utilitarias: el Solmat implementa clases utilitarias para los siguientes aspectos:
   i. Acceso y administración de arreglos de objetos.
   ii. Funciones para la serialización de objetos e interacción con archivos de registro.
   iii. Funciones para las pruebas y el manejo de parámetros URL.

iv. Manejo de constantes de sesiones de usuario.
v. Manejo de cadenas.

3. **Capa de Reglas del Negocio**: Aquí reside el cerebro de la aplicación. Esta capa no está relacionada con código HTML, ni tampoco con la presentación de la información. No tiene que ver con comandos SQL o de acceso a datos y no debería contener ningún código que permita acceder a la base de datos.

   En este nivel, se empieza a codificar todas aquellas validaciones necesarias para procesar la información que el usuario introduce. Esta codificación se hace en las clases de objeto personalizables que se crearon en la Capa de Acceso a Datos. En esta codificación se establece la lógica del flujo de trabajo según el proceso de solicitud de materiales. Desde este momento se valida semánticamente los datos introducidos por el usuario.

4. **Capa de Presentación**: esta compuesta por documentos codificados en lenguaje del lado del servidor. Para el caso del Solmat se utilizó ASP.NET. Esta es la capa que da soporte lógico al funcionamiento de la interfaz del usuario final dentro de la aplicación (Capa de Páginas Web). Trabaja con los datos resultantes (salidas) de la Capa de Reglas del Negocio para transformarlos en información útil y legible por el usuario final.

5. **Capa de Interfaz Gráfica del Usuario (Páginas Web)**: esta capa representa la interfaz visual (páginas Web) para el usuario final. Cuando el servidor Web ha procesado la información ingresada, genera una página Web (HTML/JavaScript/DHTML/XML) con la información formateada y agrupada de manera que el usuario pueda leerla e interpretarla fácilmente para poder seguir interactuando con ella. Esta capa incluye las páginas Web generadas: sus controles (botones, formularios, tablas), código de validación del lado del cliente, hojas de estilo (CSS), el texto, las imágenes y otro tipo de contenido multimedia.

Esta capa define el límite entre lo que se ejecuta del lado del cliente y lo que se ejecuta del lado del servidor (capas inferiores a ésta). Aquí es donde se incluye también el motor de Ajax para controlar y administrar las peticiones asíncronas de la aplicación Web.

VI.3.c. Herramientas utilizadas para la el análisis y la construcción del Sistema de Solicitud de Materiales

Como parte del análisis costo-beneficio mostrado como resultado del segundo objetivo de esta investigación, se mencionó que las herramientas con las cuales se desarrolló el Sistema de Solicitud de Materiales se encontraban disponibles en Comasa. A continuación, se muestra la lista de herramientas empleadas para el análisis y el desarrollo del Solmat con su respectiva descripción.

Tabla Nº 18: Herramientas utilizadas para el desarrollo del Solmat
Fuente: Elaboración propia, basada en entrevista realizada

Fase	Herramienta Utilizada	Descripción del uso
Análisis y Diseño	**Sparx Systems Enterprise Architect version 7.0.814 (Corporate Edition)**	Elaboración de diagramas UML de tipo: • Casos de Uso: se diagramó la interacción de cada tipo de Rol de usuario y sus actividades principales dentro del sistema. • Actividad: se diagramó la secuencia del proceso actual y el proceso propuesto para la solicitud de materiales con la presencia de todos los tipos de usuarios participantes. Ambos tipos de diagramas sirvieron de insumo para la elaboración del Documento de Especificación de Requerimientos del Software para el Solmat que se citó en el objetivo número uno de esta investigación.

	Embarcadero ERStudio Enterprise versión 7.0.1 (Build 4210)	Este software permitió lo siguiente: • Aplicar ingeniería de reversa a la base de datos del Exactus con el fin de estudiarla. • Crear el modelo de datos del Solmat. • Generar el código SQL respectivo para el modelo de datos del Solmat e instalarlo en la base de datos del Exactus. • Crear el Diccionario de Datos del modelo de datos del SOLMAT en formato HTML.
Desarrollo	**Quest Software Toad For SQL Server Suite versión 2.0.2.748**	Este software permitió la creación, edición, depuración y optimización del código SQL de la base de datos utilizada por el Solmat.
	EMS SQL Manager 2005 para SQL Server	Este software permitió al igual que el anterior la creación, edición, depuración y optimización del código SQL de la base de datos utilizada por el Solmat.
	Herramienta CASE Iron Speed Designer Enterprise Edition versión 3.23.3	Esta fue la herramienta más utilizada y fue la encargada en diseñar las interfaces del sistema y generar código a nivel de n-capas (páginas Web, capa de presentación, capa de reglas del negocio, capa de acceso a datos, y la capa de base de datos), lo que le da la capacidad al Solmat ser una aplicación competente en el mercado actual con lo último en tecnologías Web y avances en rendimiento, concurrencia, y uso reducido de recursos de procesamiento.
	Microsoft Visual Studio Team Edition for Software Developers 2005	Este software permitió hacer modificaciones en el código del sistema y hacer un mejor uso de funciones de librerías de código.
	ComponentOne Web Report e Infragistics NetAdvantage WebDate Chooser	Son el conjunto de Controles utilizados para la presentación del único reporte del sistema. Este control implementa Ajax para que el usuario se pueda mover rápidamente entre las páginas.

	Telerik RadComboBox for ASP.NET v 2.71	Control basado en Ajax utilizado para la creación de las pantallas de Consumos de Bodega y Requerimiento, y corresponde el eje principal a la hora de acceder a los datos de las solicitudes de materiales que hay que atender.
Documentación e Implantación	**ApexSQL Script**	Este programa permitió la generación del script SQL para la creación de la base de datos del Solmat utilizando algoritmos de dependencia que permitieron generar un orden específico de la creación de cada objeto en la base de datos del Exactus sin que haya errores de integridad referencial a la hora que se esté instalando. Además permitió crear el instalador del script anterior para plataforma .net. Todo lo anterior con el fin de instalar la base de datos del Solmat de manera rápida y eficiente.
	Qarbon Viewlet Builder Professional versión 4.1.1	Herramienta utilizada para generar los tutoriales de usuario interactivos para cada tipo de usuario del sistema.
	Longtion AutoRun Pro Enterprise Versión 12	Este software permitió la generación del Autorun del CD de instalación del Solmat. Esto se hizo para facilitar el proceso de implementación.

La base de datos utilizada por el Solmat es Microsoft SQL Server 2000 Enterprise Edition y ya estaba previamente instalada en el servidor de base de datos de Comasa debido a que es la misma que utiliza Exactus para operar.

VI.3.d. Diseño de Interfaces del Sistema de Solicitud de Materiales

La estructura de las interfaces del Solmat está compuesta por una cabecera y el área de trabajo. La cabecera contiene el logo del sistema, el mensaje de bienvenida para cada usuario, un botón para salir del sistema y el menú principal que facilita la navegación

entre las páginas Web. El área de trabajo es donde el usuario introduce los datos para cada transacción que se realice en el sistema. Por ejemplo, crear una solicitud de materiales.

A continuación se muestra una pantalla en la que se delimita la cabecera (rodeada por color amarillo) y el área de trabajo (rodeada por color rojo):

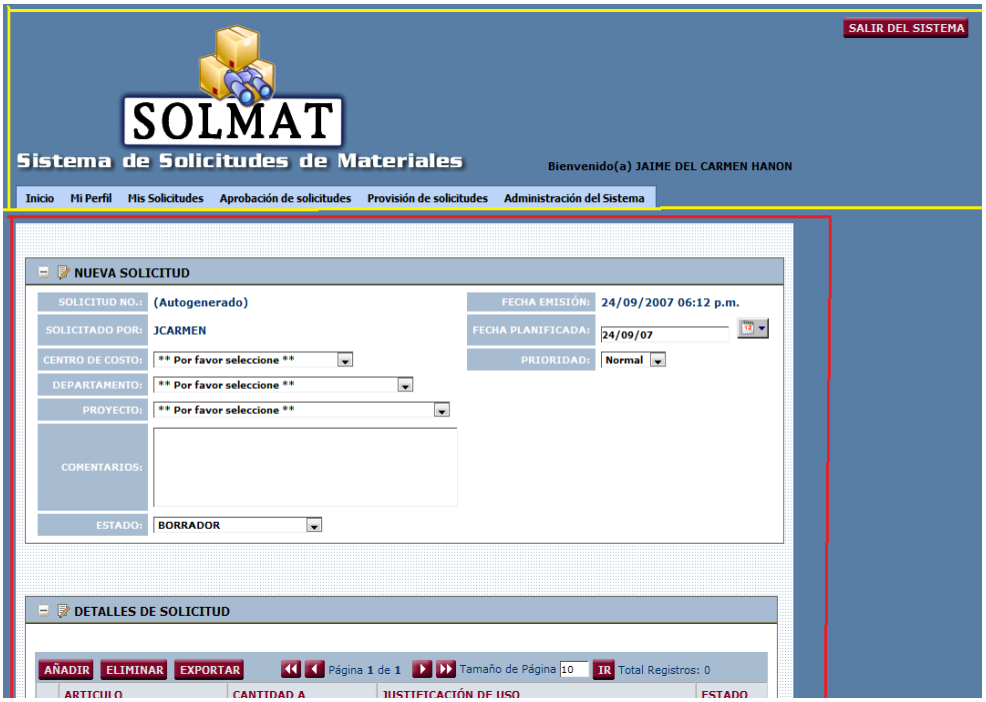


Figura Nº 25: Formato de la Interfaz del Solmat

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

VI.3.d.i. Interfaces según la estructura del menú principal

El menú principal esta compuesto por las siguientes secciones:

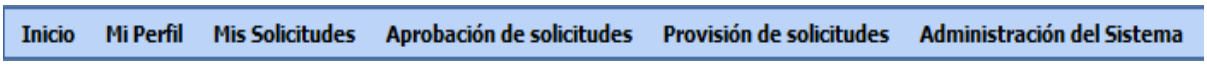


Figura Nº 26: Estructura del Menú Principal del Solmat

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

I. Sección **"Inicio"**: hace referencia a la página inicial de la aplicación Web en donde el usuario se autentica para poder hacer uso del sistema.

Figura Nº 27: Pantalla de la sección "Inicio" del Solmat

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

II. Sección **"Mi Perfil"**: hace referencia a una pantalla donde el usuario puede cambiar su contraseña mientras se encuentre en sesión con el sistema.

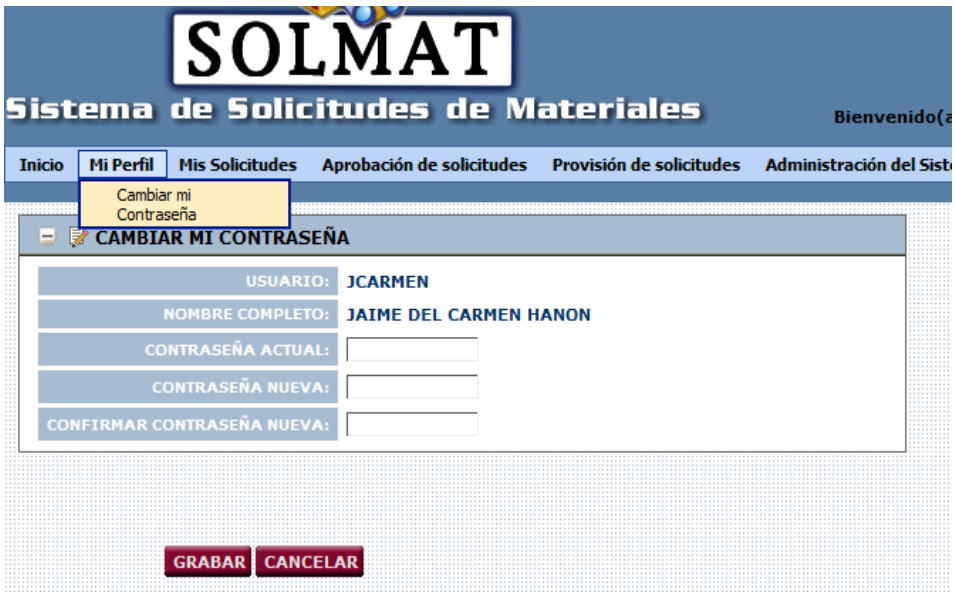


Figura Nº 28: Pantalla de la sección "Mi Perfil" del Solmat

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

III. Sección **"Mis Solicitudes"**: esta sección está dedicada a la gestión y emisión de las solicitudes de materiales y la recepción de los materiales. Las opciones dentro de este menú son:

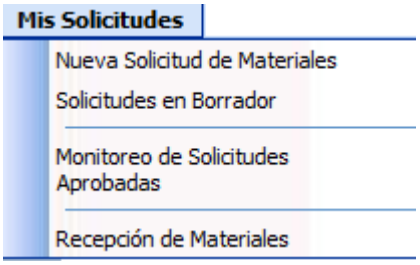


Figura Nº 29: Estructura de Menú de la Sección "Mis Solicitudes"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

- Opción *"Nueva Solicitud de Materiales"*: permite crear solicitudes de materiales. La pantalla de esta opción, considerando solamente el área de trabajo, es:

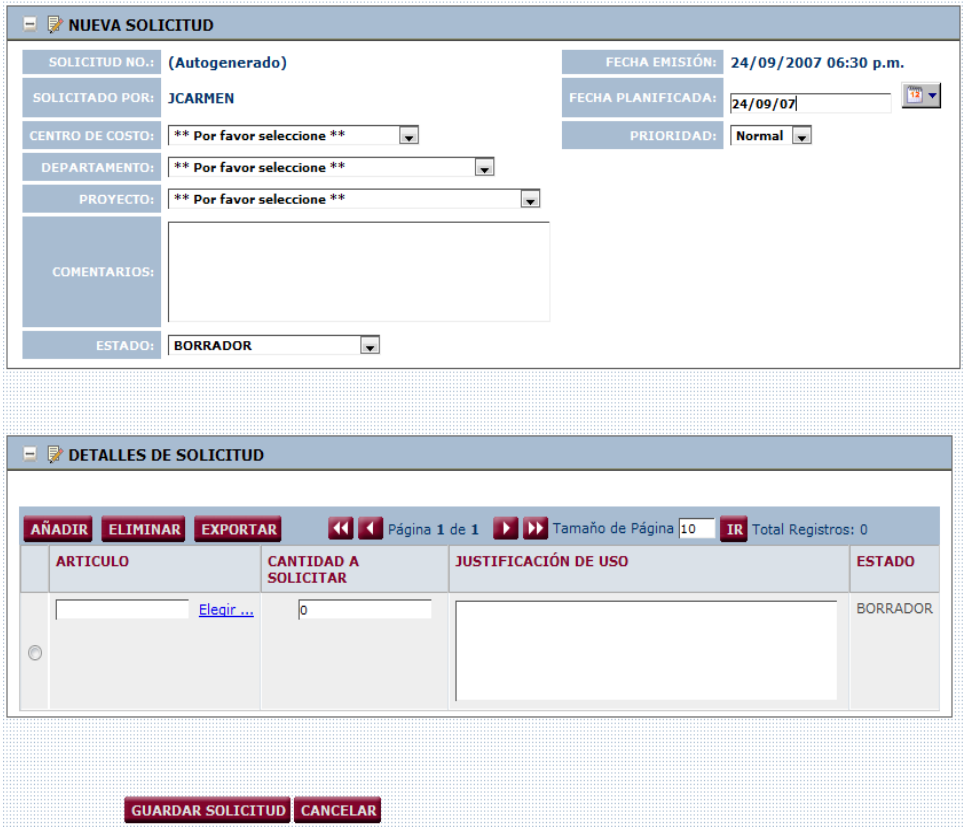


Figura Nº 30: Pantalla de la Opción "Nueva Solicitud de Materiales"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

- Opción *"Solicitudes en Borrador"*: esta opción muestra todas aquellas solicitudes de materiales que se encuentren en estado "Borrador", es decir, solicitudes que pueden seguir siendo editadas por el solicitante antes de someterlas a aprobación.

Figura Nº 31: Pantalla de la Opción "Solicitudes en Borrador"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

- Opción *"Monitoreo de Solicitudes Aprobadas"*: esta opción muestra todas aquellas solicitudes de materiales que se encuentren en estado "Aprobadas", "Parcialmente Aprobadas" y "Materiales Entregados" que son propias del usuario solicitante. Mediante esta pantalla el solicitante podrá conocer el estado de su solicitud.

Figura Nº 32: Pantalla de la Opción "Monitoreo de Solicitudes Aprobadas"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

- Opción *"Recepción de Materiales"*: esta opción muestra todos aquellos Consumos de Bodega de los cuales es posible recibir los materiales solicitados y permite procesar su recepción. Solamente se muestran aquellos Consumos que estén relacionados con las solicitudes propias del solicitante.

Figura Nº 33: Pantalla de la Opción "Recepción de Materiales"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

IV. Sección **"Aprobación de Solicitudes"**: esta sección está dedicada a la aprobación de las solicitudes de materiales. Las opciones dentro de este menú son las siguientes:

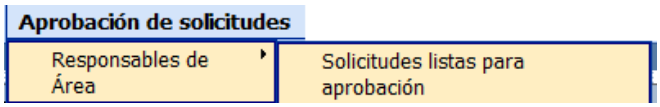


Figura Nº 34: Estructura de Menú de la Sección "Aprobación de solicitudes"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

- Opción *"Solicitudes listas para aprobación"*: esta pantalla muestra todas las solicitudes listas para ser aprobadas por el Responsable de Área de cada planta o área administrativa. A continuación se muestra la pantalla en la cual se exponen las solicitudes listas para aprobación y posteriormente se muestra otra pantalla donde se aprueba una solicitud de materiales

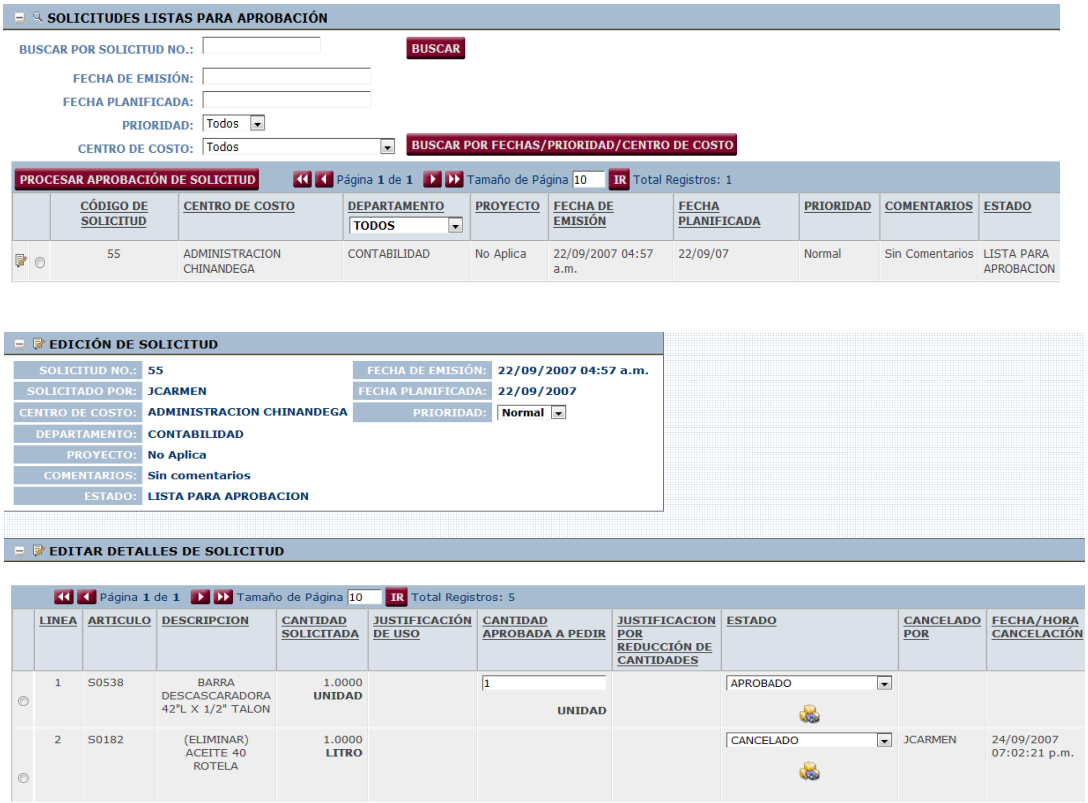


Figura Nº 35: Pantallas de la Opción "Solicitudes listas para aprobación"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

V. Sección **"Provisión de Solicitudes"**: esta sección está dedicada a la gestión de los consumos de bodega y los requerimientos internos de bodega para las solicitudes aprobadas. Las opciones dentro de este menú son las siguientes:

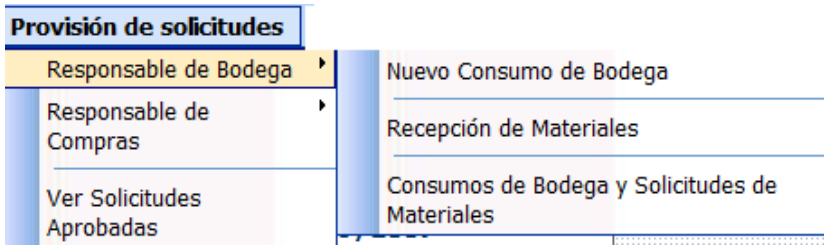


Figura Nº 36: Estructura de Menú de la Sección "Provisión de solicitudes\Responsable de Bodega"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

- Opción *"Nuevo Consumo de Bodega"*: esta opción permite crear consumos de bodega consultando todas las solicitudes de materiales aprobadas y con materiales en existencia.

Figura Nº 37: Pantalla de la Opción "Nuevo Consumo de Bodega"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

- Opción *"Recepción de materiales"*: esta opción permite que el responsable de bodega pueda recibir los materiales de cualquier solicitante en caso de que éste

último no esté disponible para hacerlo. La interfaz es la misma a la mostrada anteriormente para el solicitante.

- Opción *"Consumos de Bodega y Solicitudes de Materiales"*: esta opción permite que el responsable de bodega pueda consultar la relación existente entre los consumos de bodega emitidos y las solicitudes que fueron aprobadas.

Figura Nº 38: Pantalla de la Opción "Consumos de Bodega y Solicitudes de Materiales"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

Dentro del submenú destinado para los Responsables de Compras se tiene la siguiente jerarquía de opciones.

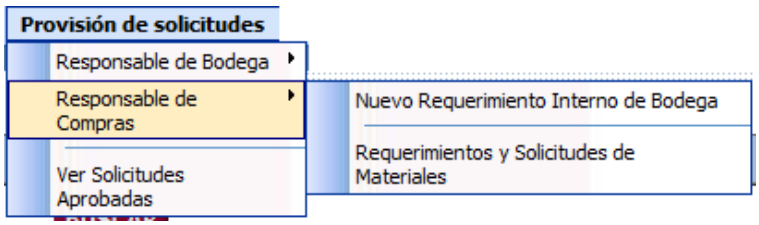


Figura Nº 39: Estructura de Menú de la Sección "Provisión de solicitudes\Responsable de Compras"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

- Opción *"Nuevo Requerimiento Interno de Bodega"*: esta opción permite que el responsable de compras gestione el requerimiento interno de bodega a partir de las solicitudes con materiales fuera de existencia o bien, materiales que se encuentren en su mínimo punto de reorden.

Figura Nº 40: Pantalla de la Opción "Nuevo Requerimiento Interno de Bodega"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

- Opción *"Requerimientos y Solicitudes de Materiales"*: esta opción permite que el responsable de compras pueda consultar la relación existente entre los Requerimientos Internos de Bodega emitidos y las solicitudes que fueron aprobadas.

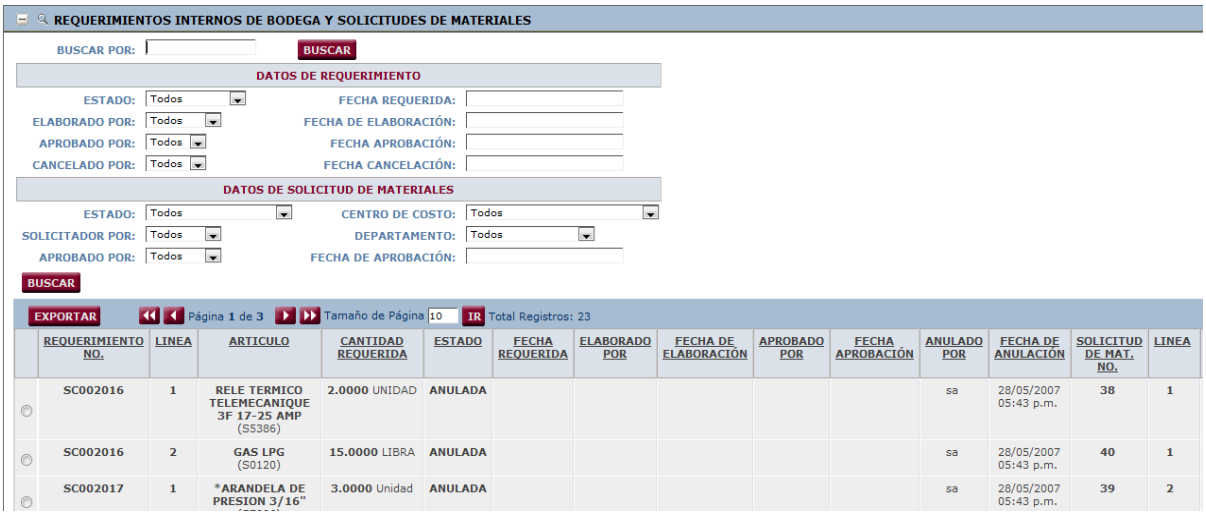


Figura Nº 41: Pantalla de la Opción "Requerimientos y Solicitudes de Materiales"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

- Dentro del mismo submenú de "**Provisión de Solicitudes**" se presenta la opción de "*Ver Solicitudes Aprobadas*". Esta opción muestra una pantalla con todas las solicitudes de materiales que han sido aprobadas o parcialmente aprobadas y que por tanto, pueden ser atendidas por el personal de compras o de bodega según sea el caso. A continuación, se muestra la pantalla de esta opción.

Figura Nº 42: Pantalla de la Opción "Ver Solicitudes Aprobadas"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

VI. Sección **"Administración del Sistema"**: esta sección está dedicada a la las funciones del Administrador del Sistema y el Gerente Financiero de Comasa. El administrador del sistema deberá configurar mediante esta sección la jerarquía de

Centros de Costos y Departamentos existente en la empresa, los usuarios y sus roles dentro del sistema y parámetros adicionales necesarios para la operación del sistema. Por otro lado, el Gerente Financiero estará a cargo de conocer los resultados del reporte sobre la duración del proceso de solicitud de materiales. Las opciones dentro de este menú son:

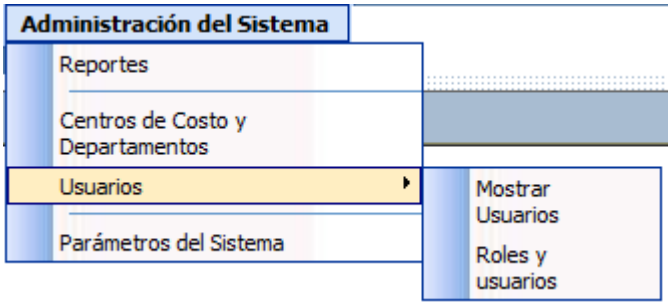


Figura Nº 43: Estructura de Menú de la Sección "Administración del Sistema"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

- Opción *"Reportes"*: esta opción permite que el Gerente Financiero pueda conocer información resultante sobre el comportamiento del proceso de solicitud de materiales desde que se aprueban las solicitudes hasta que los materiales son entregados al solicitante. El ocupa este reporte periódicamente para evaluar al área de Compras y Bodega en cuanto al rendimiento que están teniendo ante la provisión de los materiales.

Figura Nº 44: Pantalla de la Opción "Reportes"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

- Opción *"Centros de Costo y Departamentos"*: el administrador del sistema tiene la responsabilidad de configurar en el sistema la jerarquía de centros de costos y departamentos establecida en la empresa. De esta manera, los solicitantes podrán ubicarse al momento de crear una solicitud de materiales. Seguidamente se muestra la pantalla donde se enlistan los Centros de Costos y sus respectivos departamentos.

Figura Nº 45: Pantalla de la Opción "Centros de Costo y Departamentos"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

- Opción *"Mostrar Usuarios"*: el administrador del sistema tiene la responsabilidad de configurar en el sistema las contraseñas de los usuarios cuando por primera vez utilizan el Solmat. Las contraseñas que el Solmat genera están encriptadas y el mismo solicitante puede cambiarla posteriormente en la sección "Mi Perfil" mencionada anteriormente. El Solmat reutiliza los mismos usuarios activos del Exactus. A continuación se muestra la pantalla donde se enlistan usuarios.

USUARIO	NOMBRE	CONTRASEÑA SOLMAT
AACHINAN	SUCURSAL DE CHINANDEGA	sN9c2b70xsE=
AAJINOTE	SUCURSAL DE JINOTEGA	hwtUsnNfsoY=
AAJUIGAL	SUCURSAL DE JUIGALPA	sN9c2b70xsE=
AALEON	SUCURSAL DE LEON	hwtUsnNfsoY=
AAMALACA	SUCURSAL DE MALACATOYA	Zt92PIiaKJs=
AASEBACO	SUCURSAL DE SEBACO	sN9c2b70xsE=
ACACERE	ANGEL CACERES	ACASE
ADESBAS	ANTONIO DESBAS	tNtbfInr4EY=
ADMINISTRA	Administrador	kQOPFxZT7QM=
AGROALFA	AGROALFA SUMINISTROS, S.A.	DJMKp2/tI5g=

Figura Nº 46: Pantalla de la Opción "Mostrar Usuarios"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

- Opción *"Roles y Usuarios"*: el administrador del sistema debe establecer los roles que tendrán los usuarios en el sistema. Solmat posee cinco tipos de roles:
    - Solicitante
    - Responsable de Autorización de Solicitud (Responsable de Área)
    - Responsable de Bodega
    - Responsable de Compras
    - Superusuario (Administrador del Sistema)

Cada tipo de rol debe ser asignado a un usuario del sistema según sus funciones dentro del proceso de solicitud de materiales. No obstante, Solmat permite que se puedan asignar hasta los cinco roles a un mismo usuario en caso extremo.

A continuación, se muestra la pantalla en la cual se enlistan los usuarios y sus roles:

Figura Nº 47: Pantalla de la Opción "Roles y Usuarios"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

- Opción *"Parámetro del Sistema"*: el administrador del sistema debe configurar parámetros con los que opera el Solmat a la hora de hacer sus transacciones. Delante se muestra la pantalla correspondiente a esta opción.

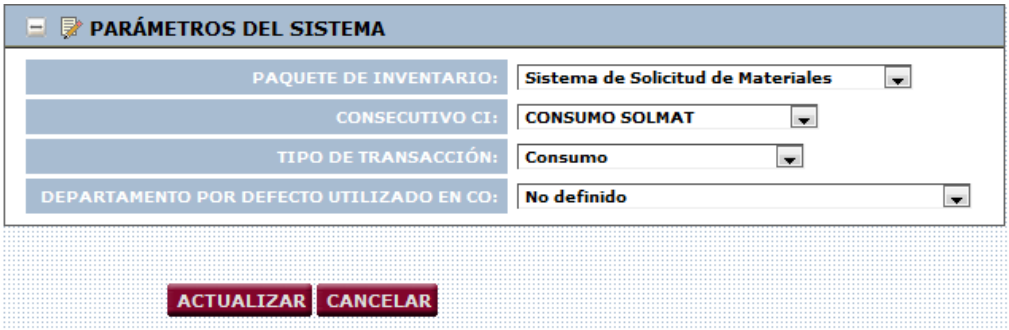


Figura Nº 48: Pantalla de la Opción "Parámetros del Sistema"

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

VI.3.e. Empleo de Ajax en el Sistema de Solicitud de Materiales

La implementación de Ajax en el Solmat se dio a través del uso de componentes de terceros que operan bajo la funcionalidad de Ajax. Estos componentes son:

a) **Telerik RadComboBox:** es un control de tipo combobox que se empleó para desplegar todas las solicitudes de materiales listas para ser atendidas por un consumo de bodega o un requerimiento interno de bodega. Este control tiene la capacidad de cargar asincrónicamente todas estas solicitudes, además permite el filtrado de las solicitudes si se escribe el código de la solicitud que se desea atender.

Esta es una pantalla en la cual se muestra este combobox en acción:

Solicitud No.	Artículo	Cantidad Pendiente Por Suplir	Cantidad en Requerimiento
40 : 1 (Normal)	GAS LPG	**15 libra**	0 libra
42 : 1 (Normal)	KLEEGARD II (METAL SHINE)	**2 frasco**	2 frasco
45 : 1 (Normal)	(ELIMINAR) ACEITE 90 INFERIOR	**1 litro**	0 litro
51 : 2 (Normal)	* GOLOSO PUNTA PHILLIP 1/4" X 2" GALV.	**1 unidad**	0 unidad
54 : 1 (Normal)	XELTRON RELAY DSIE-MDC1	**1 unidad**	0 unidad

Figura Nº 49: Control Combobox utilizando Ajax

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

A continuación se muestra filtrando la solicitud número 54:

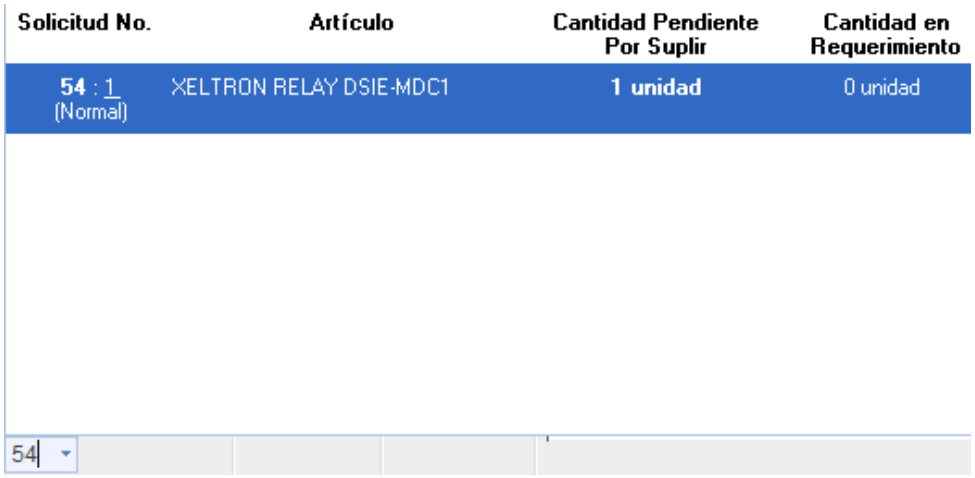


Figura Nº 50: Control Combobox en acción utilizando Ajax

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

El control muestra el estado "Cargando…" cuando está haciendo la consulta a la base de datos asincrónicamente. Por ejemplo, se decidió buscar la solicitud número 98. Mientras el control realiza la búsqueda sucede lo siguiente:

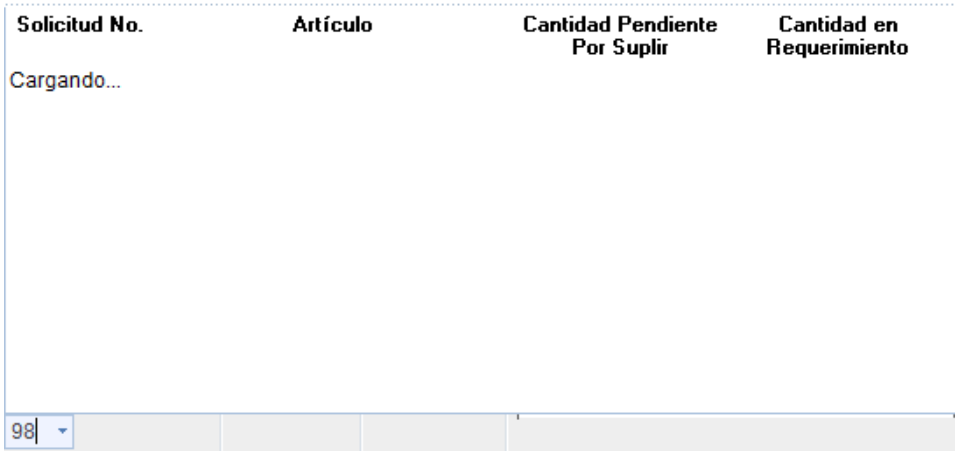


Figura Nº 51: Control Combobox en acción utilizando Ajax

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

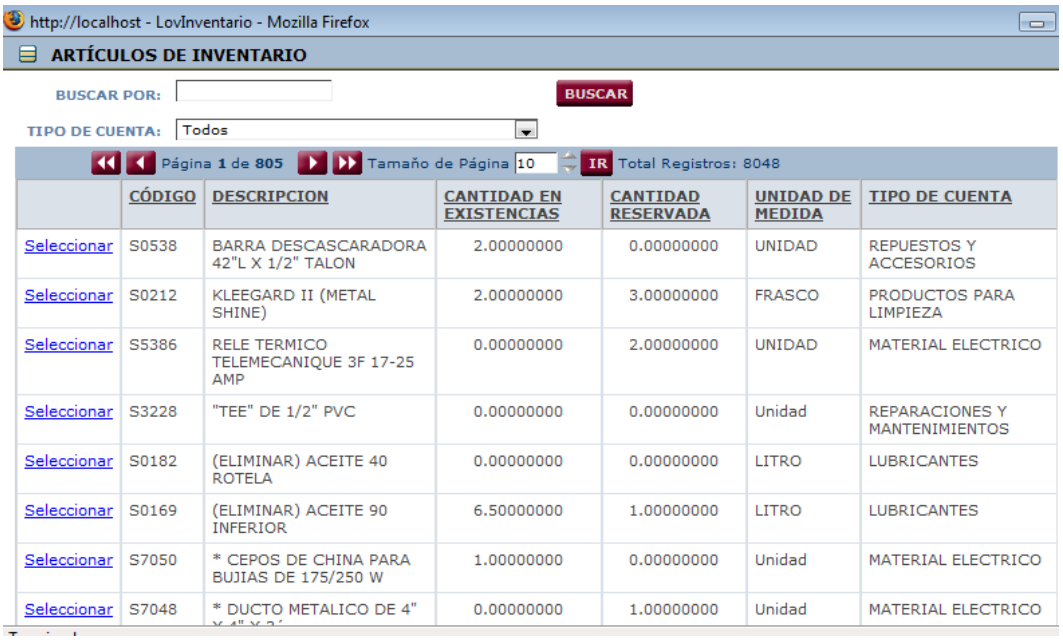
b) **Grid generado por Iron Speed Designer para presentar el catálogo de artículos en inventario:** se decidió utilizar el grid que genera el Iron Speed Designer para mostrar el catálogo de productos en inventario, el cual utiliza Ajax para cargar los datos y filtrarlos. A continuación se muestran las pantallas donde se muestra este grid en funcionamiento.

La primera pantalla muestra la información cargándose (consulta asíncrona a la base de datos con ocho mil artículos registrados):

Figura Nº 52: Control Grid en acción utilizando Ajax

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

Inmediatamente se muestran los datos cargados:



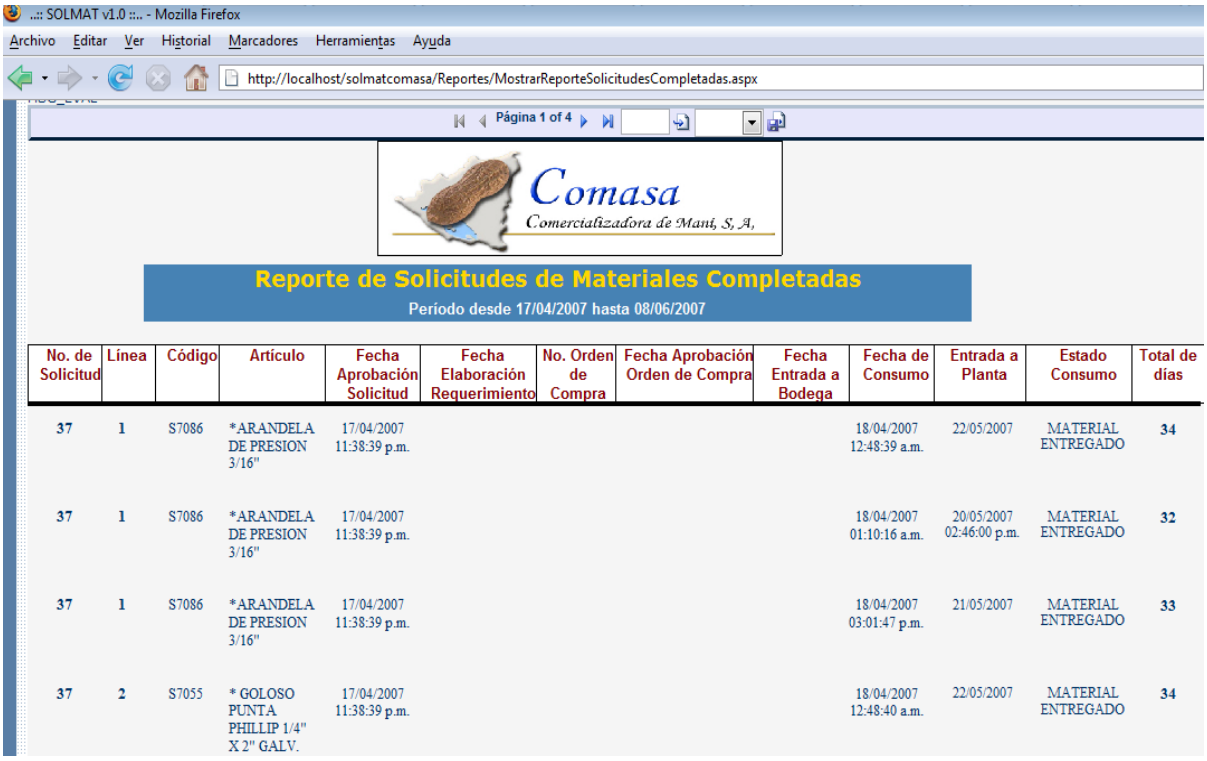
	CÓDIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD EN EXISTENCIAS	CANTIDAD RESERVADA	UNIDAD DE MEDIDA	TIPO DE CUENTA
Seleccionar	S0538	BARRA DESCASCARADORA 42"L X 1/2" TALON	2.00000000	0.00000000	UNIDAD	REPUESTOS Y ACCESORIOS
Seleccionar	S0212	KLEEGARD II (METAL SHINE)	2.00000000	3.00000000	FRASCO	PRODUCTOS PARA LIMPIEZA
Seleccionar	S5386	RELE TERMICO TELEMECANIQUE 3F 17-25 AMP	0.00000000	2.00000000	UNIDAD	MATERIAL ELECTRICO
Seleccionar	S3228	"TEE" DE 1/2" PVC	0.00000000	0.00000000	Unidad	REPARACIONES Y MANTENIMIENTOS
Seleccionar	S0182	(ELIMINAR) ACEITE 40 ROTELA	0.00000000	0.00000000	LITRO	LUBRICANTES
Seleccionar	S0169	(ELIMINAR) ACEITE 90 INFERIOR	6.50000000	1.00000000	LITRO	LUBRICANTES
Seleccionar	S7050	* CEPOS DE CHINA PARA BUJIAS DE 175/250 W	1.00000000	0.00000000	Unidad	MATERIAL ELECTRICO
Seleccionar	S7048	* DUCTO METALICO DE 4"	0.00000000	1.00000000	Unidad	MATERIAL ELECTRICO

Figura Nº 53: Control Grid en acción utilizando Ajax

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

c) **ComponentOne Web Report:** es un control para mostrar el Reporte de duración de la atención de las solicitudes dentro del Solmat. Este control permite cargar las páginas que componen el reporte utilizando Ajax mediante consultas asíncronas de los datos requeridos. Además tiene la capacidad de exportar a formato ***Word, Excel, PDF y HTML.***

Esta es una pantalla en la cual se muestra este control en acción:



No. de Solicitud	Línea	Código	Artículo	Fecha Aprobación Solicitud	Fecha Elaboración Requerimiento	No. Orden de Compra	Fecha Aprobación Orden de Compra	Fecha Entrada a Bodega	Fecha de Consumo	Entrada a Planta	Estado Consumo	Total de días
37	1	S7086	*ARANDELA DE PRESION 3/16"	17/04/2007 11:38:39 p.m.					18/04/2007 12:48:39 a.m.	22/05/2007	MATERIAL ENTREGADO	34
37	1	S7086	*ARANDELA DE PRESION 3/16"	17/04/2007 11:38:39 p.m.					18/04/2007 01:10:16 a.m.	20/05/2007 02:46:00 p.m.	MATERIAL ENTREGADO	32
37	1	S7086	*ARANDELA DE PRESION 3/16"	17/04/2007 11:38:39 p.m.					18/04/2007 03:01:47 p.m.	21/05/2007	MATERIAL ENTREGADO	33
37	2	S7055	* GOLOSO PUNTA PHILLIP 1/4" X 2" GALV.	17/04/2007 11:38:39 p.m.					18/04/2007 12:48:40 a.m.	22/05/2007	MATERIAL ENTREGADO	34

Figura Nº 54: Control WebReport en acción utilizando Ajax

Fuente: Sistema de Solicitud de Materiales

VI.3.f. Tipo de integración con el Sistema Exactus Impulso

El tipo de integración del Solmat con el sistema Exactus Impulso es a través del Sistema Gestor de Base de Datos, en este caso, SQL Server 2000. Ambos sistemas comparten la misma base de datos.

Los módulos del Exactus que comparten información con el Solmat son el Módulo de Control de Inventario, el Módulo de Compras y el Módulo de Administración del Sistema.

La integración se hizo mediante la creación de *vistas, triggers y procedimientos almacenados* en la base de datos. De esta manera, cuando ocurre algo en el Exactus que esté relacionado con cualquier solicitud de materiales aprobada en el Solmat, éste último conocerá esta nueva información y tomará acciones al respecto para actualizar el estado de

la solicitud. Es por esto que el Solmat tiene la capacidad de dar seguimiento a cualquier solicitud de materiales aprobada.

La información que es compartida entre el Solmat y Exactus es la siguiente:

1. Usuarios originalmente creados y activos en el Exactus.
2. Centros de Costo y Departamentos originalmente creados en el Exactus.
3. Algunos parámetros de configuración del Módulo de Compras y el Módulo de Bodega.
4. Todo lo referente a la emisión y aprobación de Consumos de Bodega.
5. Todo lo referente a la emisión, aprobación y otras acciones del Requerimiento Interno de Bodega.
6. Todo lo referente a la emisión y aprobación de Órdenes de Compra.
7. Todo lo referente a la emisión y aprobación de Documentos de Embarque (entrada de materiales al inventario después de una compra).
8. Todo lo referente a asientos contables generados tras la aprobación de un consumo de bodega o embarques.
9. Las *reglas* a seguir del Exactus para elaborar un Consumo de Bodega y un Requerimiento Interno de Bodega se implementaron en el Solmat para la generación de estos dos documentos.

Las interfaces del Módulo de Administración del Sistema del Sistema Exactus son las siguientes:

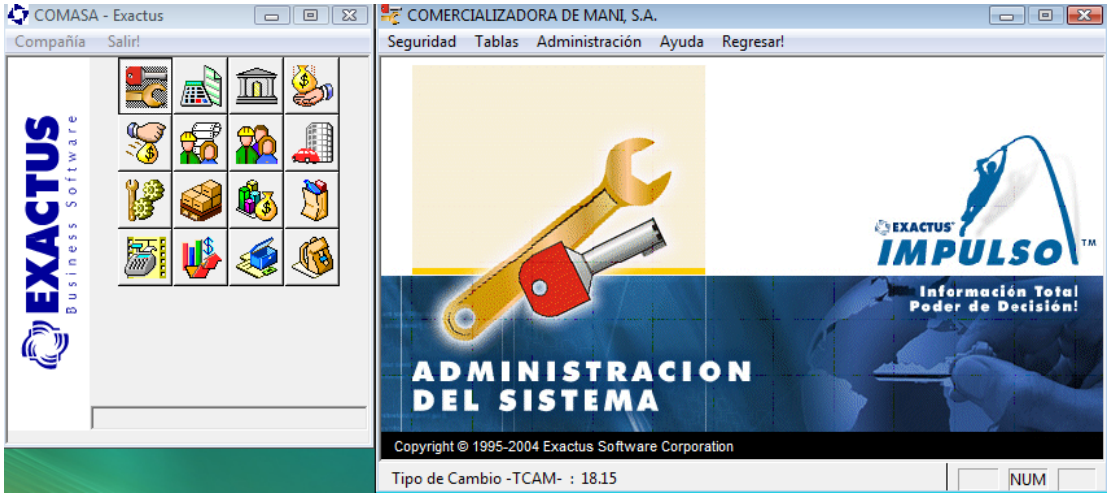


Figura Nº 55: Interfaz Principal del Módulo de Administración del Sistema del Exactus

Fuente: Sistema Exactus Impulso

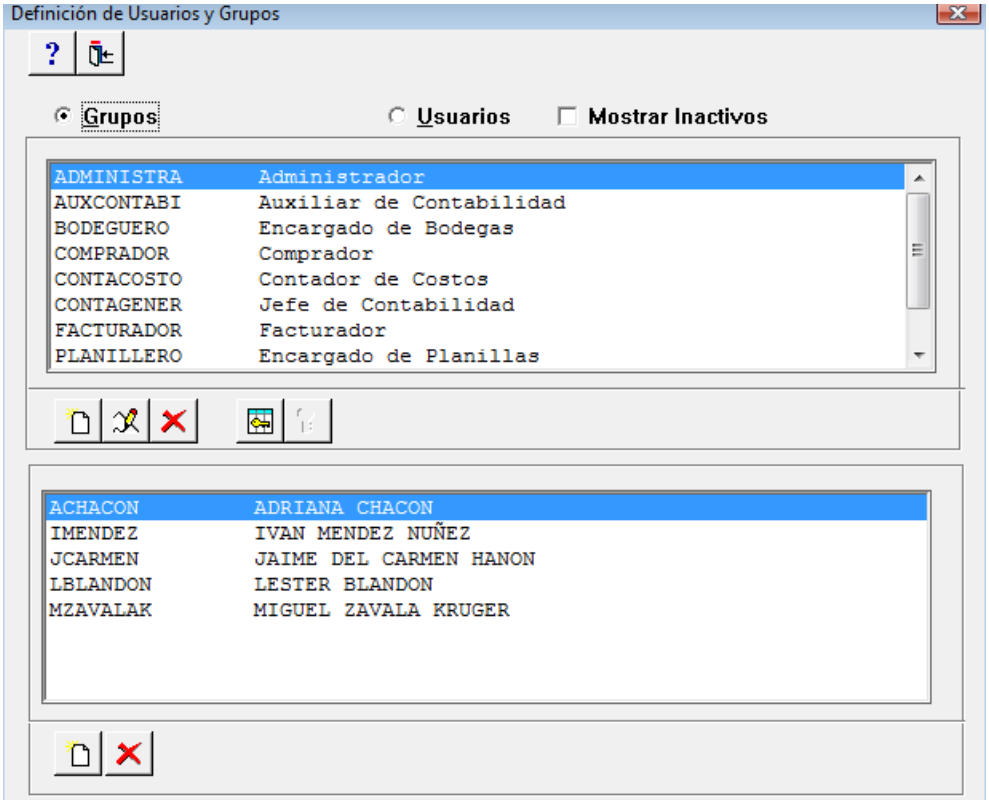


Figura Nº 56: Pantalla de los Usuarios y Grupos definidos en el Exactus

Fuente: Sistema Exactus Impulso

Las interfaces del Módulo de Control de Inventario del Sistema Exactus son las siguientes:

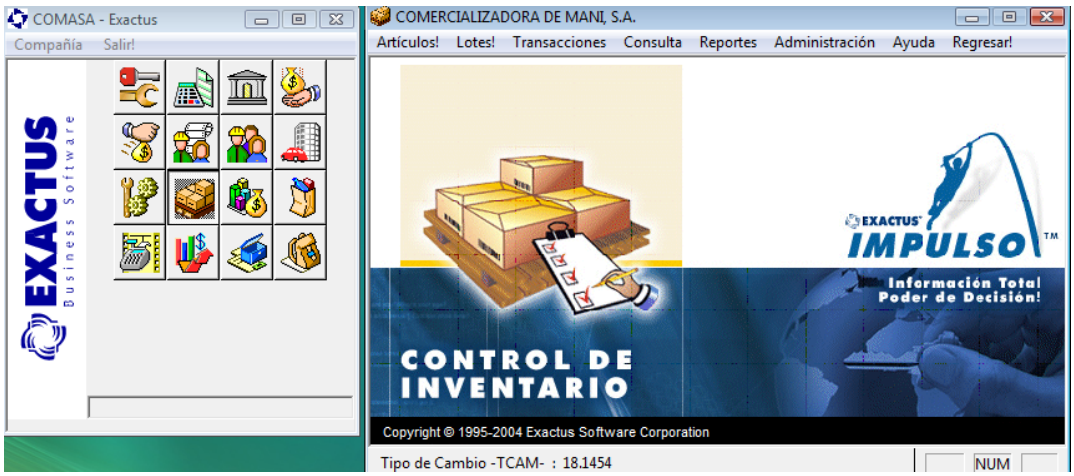


Figura Nº 57: Interfaz Principal del Módulo de Control de Inventario del Exactus

Fuente: Sistema Exactus Impulso

Seguidamente se muestran algunos de los Consumos de Bodega generados por el Solmat listos para ser aprobados en el Módulo de Control de Inventario del Exactus.

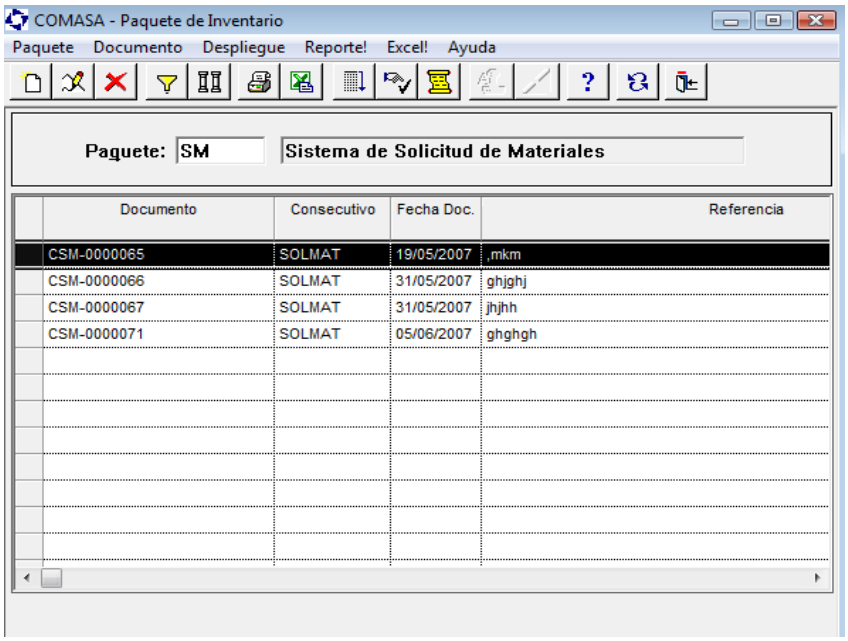


Figura Nº 58: Pantalla de la lista de Consumos de Bodega en el Exactus

Fuente: Sistema Exactus Impulso

Las interfaces del Módulo de Compras del Sistema Exactus son las siguientes:

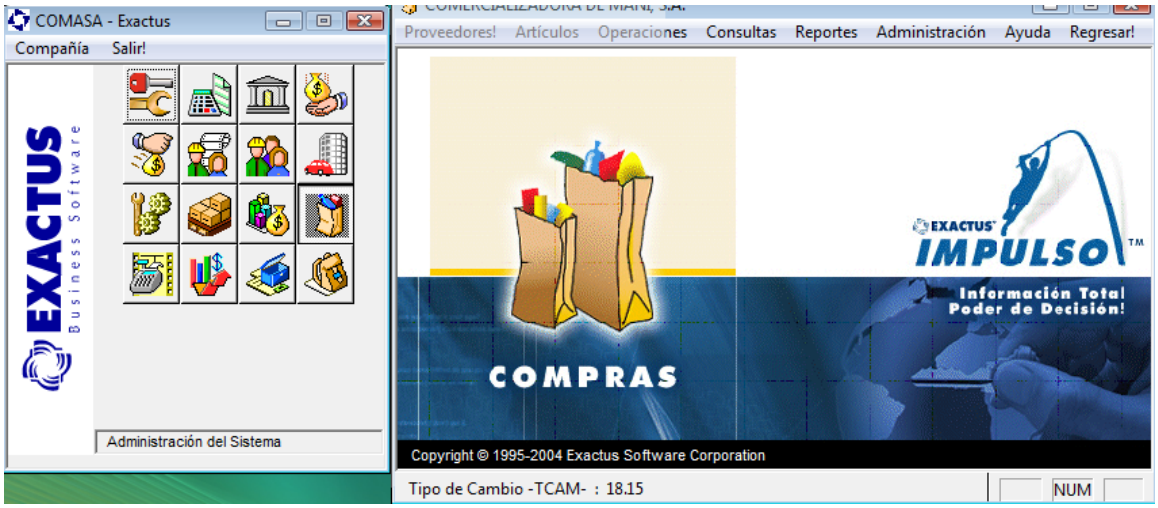


Figura Nº 59: Interfaz Principal del Módulo de Compras del Exactus

Fuente: Sistema Exactus Impulso

A continuación se muestran algunos de los Requerimientos Internos de Bodega generados por el Solmat, listos para ser aprobados en el Módulo de Compras del Exactus.

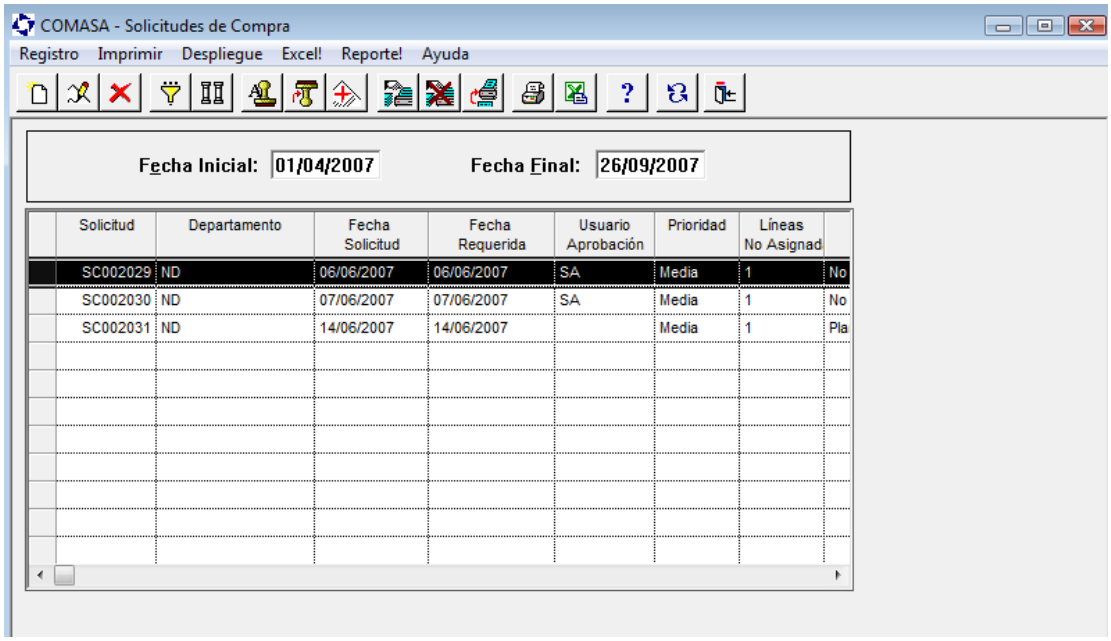


Figura Nº 60: Pantalla de la lista de Requerimientos Internos de Bodega del Exactus

Fuente: Sistema Exactus Impulso

VI.3.g. Documentación del Sistema de Solicitud de Materiales

En esta sección se muestran toda la documentación del Sistema de Solicitud de Materiales.

VI.3.g.i. Diagrama de Entidad-Relación

A continuación se muestra el diagrama de Entidad-Relación del Solmat. Este diagrama consta de diecisiete tablas.

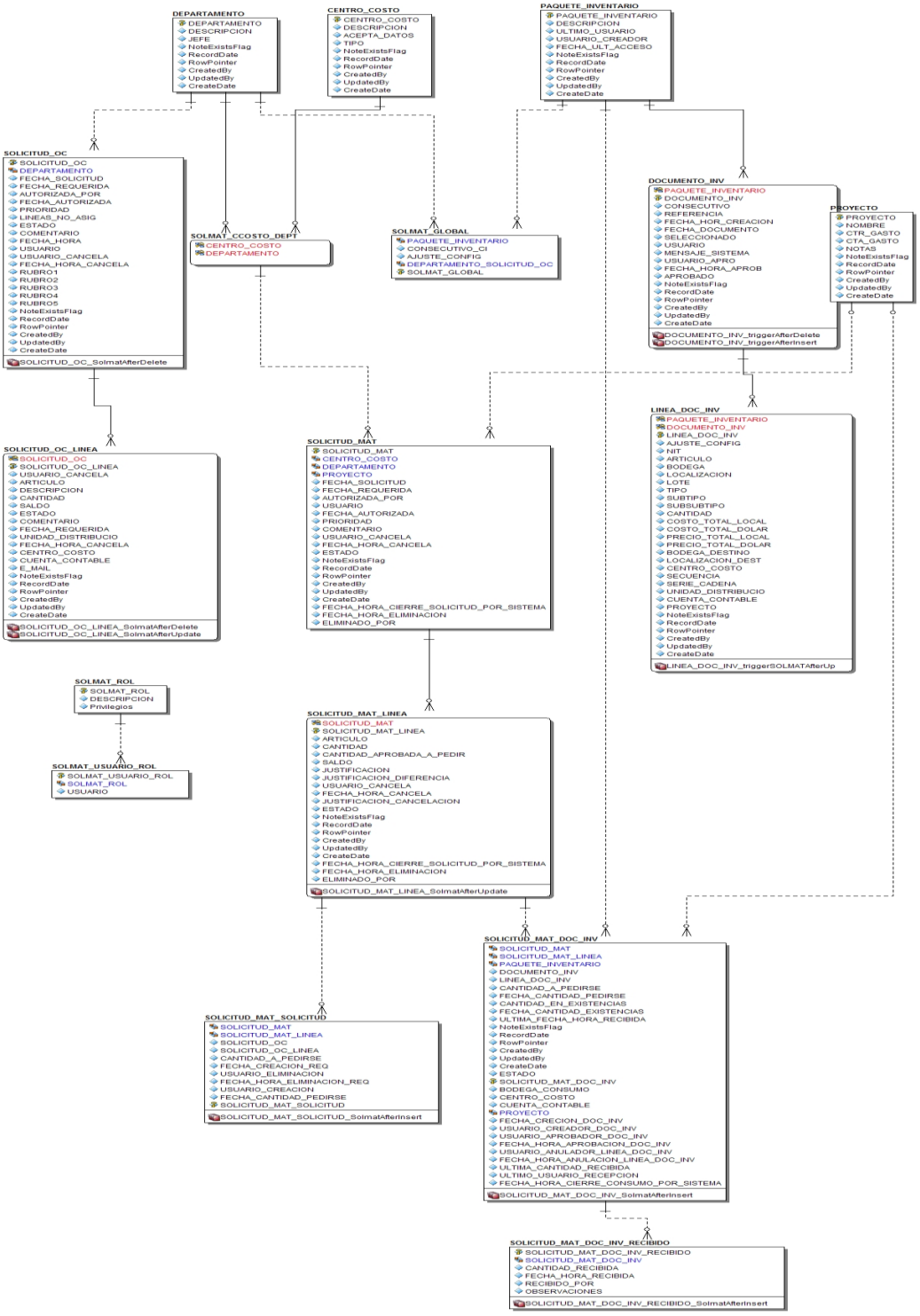


Figura Nº 61: Diagrama de Entidad-Relación del Sistema de Solicitud de Materiales

Fuente: Elaboración propia, basado en el análisis del sistema.

VI.3.g.ii. Diccionario de Datos

El diccionario de datos del diagrama de entidad-relación, incluyendo el conjunto de vistas y procedimientos almacenados se encuentra disponible en el CD que acompaña esta investigación puesto que la extensión del documento impreso excede las 100 páginas.

VI.3.g.iii. Manual de Instalación del Sistema de Solicitud de Materiales

El manual de instalación del Solmat, se puede encontrar en el Anexo B de esta investigación. Este incluye el siguiente índice de contenido:

1. **Introducción**
   - 1.1. Aspectos Generales
   - 1.2. Arquitectura del Sistema
   - 1.3. Requerimientos del Sistema (Prerrequisitos)
2. **Proceso de Instalación**
   - 2.1. Instalación de Prerrequisitos
     - 2.1.1. Verificar Presencia de Servicio de Internet Information Services (IIS)
     - 2.1.2. Instalación del Microsoft .Net Framework 2.0
     - 2.1.3. Verificar Presencia de Base de Datos SQL Server 2000 SP2 o superior
     - 2.1.4. Instalación del Microsoft Data Access Components
   - 2.2. Ejecución de Instalador de Script SQL (Esquema de Datos)
   - 2.3. Instalación de Paquetes del SOLMAT
   - 2.4. Edición archivo de configuración Web.Config
   - 2.5. Configuración del Módulo de Inventario del software Exactus
   - 2.6. Configuración de Parámetros del SOLMAT
   - 2.7. Configuración de Seguridad del SOLMAT
   - 2.8. Configuración de Jerarquía Organizacional de la empresa en el SOLMAT

VI.3.g.iv. Tutoriales Interactivos y Estáticos del Sistema de Solicitud de Materiales

Se elaboraron tutoriales interactivos (videos) para los usuarios para facilitar el aprendizaje, sobre el uso del Sistema de Solicitud de Materiales. Los tutoriales también poseen una versión estática (documento PDF). Los tutoriales fueron elaborados con la herramienta Qarbon Viewlet Builder 4.0. Esta herramienta genera los tutoriales interactivos en videos con formato Flash, lo que facilita la distribución a los usuarios por ser un archivo liviano. Estos tutoriales fueron elaborados con el fin de hacer más fácil y entretenida la lectura de los usuarios, así ellos podrán seguir paso a paso lo que deben hacer para poder ejecutar todas las funciones del sistema.

Los tutoriales se elaboraron por rol de usuario. Es decir, se elaboraron tutoriales para los cinco tipos de roles existentes en el Solmat: Solicitante, Responsable de Autorización, Responsable de Bodega, Responsable de Compras y Superusuario. Debido a la extensión, tanto los tutoriales interactivos como los estáticos se encuentran disponibles en el CD que acompaña esta investigación puesto que la extensión del documento impreso de todos los tutoriales excede las 100 páginas.

En los tutoriales interactivos, el desarrollador guía mediante movimientos del mouse y entradas de texto, lo que debe hacer el usuario para completar la función requerida. Cada pantalla representa un paso a seguir y cada una de estas contiene información relevante sobre lo que se está haciendo en esa pantalla.

Para dar un ejemplo de la composición de los tutoriales, se citan las primeras pantallas del tutorial “Presentación del Sistema”.

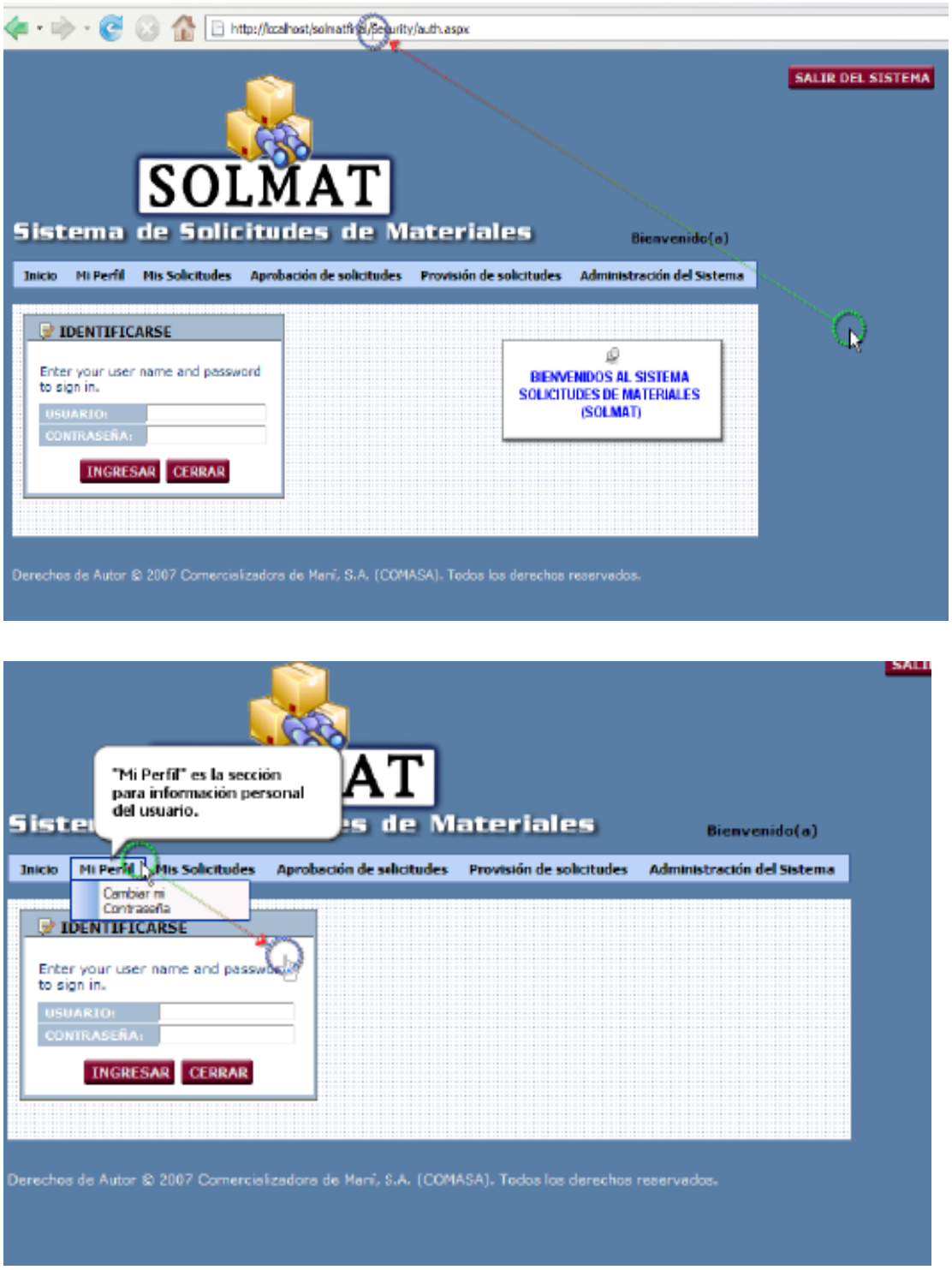


Figura Nº 62: Pantallas del Tutorial Interactivo del Solmat

Fuente: Elaboración propia.

VI.4. Aplicación de pruebas de aceptación con la aplicación Web de Solicitud de Materiales para validar los requerimientos de los usuarios.

Después de haber finalizado la fase de desarrollo, se pretende elaborar y aplicar Pruebas de Aceptación sobre el Sistema de Solicitud de Materiales (Solmat) para determinar el cumplimiento de los Requerimientos Funcionales (RF) definidos en el Documento de Especificaciones del Software. Sin embargo, este documento también contiene Requerimientos No Funcionales (RNF); por lo tanto, se necesita un mecanismo para comprobar si éstos se satisfacen. En las siguientes dos secciones, se evalúa el cumplimiento de estos dos tipos de requerimientos considerando el funcionamiento del Solmat al implantarse en la empresa.

Algunas de las dificultades que se presentaron en el proceso de aplicación de las pruebas son:

- Limitación de tiempo para efectuar las pruebas.
- Poca cooperación del Departamento de Informática durante el proceso de instalación y configuración del Solmat.
- Falta de voluntad y cooperación de ciertos usuarios para leer la documentación proporcionada para que se identifiquen con el sistema y aprendan a utilizarlo.

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

VI.4.a. Evaluación del nivel de cumplimiento de los Requerimientos No Funcionales

Los Requerimientos No Funcionales son aquellos que definen el comportamiento externo de un sistema de información y que no están relacionados a la interacción directa con el usuario. La evaluación de estos requerimientos se presenta en la siguiente tabla, en la cual se refleja el nivel de cumplimiento de acuerdo a la retroalimentación y opiniones tanto del desarrollador como del Departamento de Informática de Comasa. Pues ellos tienen autoridad y conocimiento pleno sobre el funcionamiento, capacidad y características de la infraestructura tecnológica de la empresa.

Tabla Nº 19: Evaluación del Solmat para determinar el porcentaje de cumplimiento de los Requerimientos No Funcionales

Fuente: Elaboración propia, basada en entrevista realizada.

Categoría	Número	Requerimiento No Funcional	Porcentaje de Cumplimiento	Evaluación
Seguridad de la Información	**RNF1.1**	Se controlará una jerarquía de autoridad sobre el proceso de solicitud de materiales. Esto es, existirán una serie de permisos asignados a los usuarios del sistema, que facilite el control sobre cada fase dentro del proceso. Lo anterior involucra la creación de Roles de Usuario para cada tipo de miembro involucrado dentro del Proceso de Solicitud de Materiales. Estos roles deben ser: - Solicitante. - Responsable de Área. - Responsable de Bodega. - Responsable de Compras. - Administrador del Sistema.	100%	Existe una jerarquía de seguridad de roles de usuario dentro del sistema. Los Roles son los siguientes: Solicitante, Responsable de Área, Responsable de Bodega, Responsable de Compras y Administrador del Sistema.
	RNF1.2	Creación y programación de un algoritmo de encriptación exclusivo para las contraseñas de los usuarios del Sistema de Solicitudes de Materiales.	100%	El Solmat utiliza encriptación de contraseñas mediante el algoritmo Triple DES. El cual sirve para cifrar las contraseñas y no ser vistas por los usuarios ni por el administrador del sistema.

	RNF1.3	Incorporación de una columna especial para el almacenamiento de las contraseñas de los usuarios del Sistema de Solicitudes de Materiales utilizando la tabla de usuarios del Exactus.	100%	En la base de datos se creó una columna especial para el almacenamiento de las contraseñas cifradas. El Solmat consulta esta contraseña para desencriptar las contraseñas y poderlas comparar con lo la del usuario para validarla.
	RNF1.4	Administración de las contraseñas de los usuarios del Sistema de Solicitudes, esto incluye la edición de las contraseñas y el almacenamiento.	100%	Tanto los usuarios del Solmat como el administrador del Solmat pueden cambiar sus propias contraseñas una vez que hayan iniciado sesión en este sistema.
Documentación	**RNF2.1**	Elaboración de tutoriales interactivos para cada tipo de usuario, de tal forma que siendo interactivos la audiencia pueda entender mejor cada fase del Proceso de Solicitud de Materiales hasta la recepción de los materiales. Presentar los mismos tutoriales de manera estática en archivos PDF.	100%	Se elaboraron tutoriales interactivos para cada rol de usuario. Las presentaciones adicionales de estos tutoriales son en archivos PDF (versión estática).
	RNF2.2	Elaboración de un manual de instalación del Sistema.	100%	Se elaboró una manual de instalación para el administrador del sistema. En este manual se explica detalladamente el proceso de instalación y configuración del Solmat.

Diseño de Interfaces	**RNF3.1**	Se diseñarán interfaces de usuario lo mas amigables posible, esto quiere decir que se evitará recargar las pantallas con opciones y se seguirán procedimientos sencillos, dentro de lo razonable.	95%	Las interfaces del Solmat son uniformes basada en plantillas. La interacción del usuario con cada una de las pantallas es mínima, ya que el sistema como tal se encarga mayormente de toda la fuerza de trabajo para procesar las solicitudes de materiales. Para facilidad de uso del Solmat, este agrupó sus interfaces en cada fase del Proceso de Solicitud de Materiales, así los usuarios se sienten más identificados con el uso de éste.
	RNF3.2	Se utilizará la notificación de mensajes estándar de todo sistema: de error, advertencia de validación de datos, etc.	100%	Cualquier error que suceda mientras se usa el sistema, será notificado correctamente al usuario con mensajes amigables.
	RNF3.3	Inclusión de Mensaje de bienvenida personalizada al usuario cada vez que inicia sesión. Esto posibilita que el usuario se sienta identificado por el sistema como tal.	100%	Se incluyó un mensaje de bienvenida. Este mensaje dará la bienvenida al usuario, mostrando su nombre completo. Así el usuario sabrá que esta utilizando su propia cuenta mientras dure la sesión.

Interoperabilidad	**RNF4.1**	El Sistema de Solicitud de Materiales trabajará con la base de datos actual de Comasa que utiliza el Sistema Exactus Impulso. Sin esta base de datos, el Solmat no será funcional.	100%	El Solmat tiene la capacidad para ejecutarse en conjunto con el Exactus y compartir la misma base de datos. Si se da de baja esta base de datos, el Solmat no funcionará.
	RNF4.2	Los cambios que se realicen dentro del Exactus con los documentos generados por el Solmat deberán ser reflejados en éste último.	100%	El Solmat funciona como un espejo del Exactus. Cualquier modificación que ocurra en éste último, aparecerá en el Solmat. Siempre y cuando esté ligado a las operaciones relacionadas al Proceso de Solicitud de Materiales.
Plataforma de Hardware y Software	**RNF5.1**	El Solmat deberá ser desarrollado en plataforma .NET y SQL Server ya que son las tecnologías adoptadas en Comasa. Esto es requerido para reducir los costos del desarrollo.	100%	El Solmat fue desarrollado en plataforma .NET utilizando la base de datos Microsoft SQL Server 2000. La versión de .NET utilizada es la 2005, el lenguaje de programación es VB.NET en ASP.NET. Por tanto se reutilizó la misma tecnología que se encuentra disponible en Comasa.
	RNF5.2	El Solmat debido a que operará en entorno Web, tendrá que ser instalado en el servidor Web de la empresa, el cual tiene de Sistema Operativo Microsoft Windows Server Enterprise Edition 2003.	100%	El Solmat se instaló y configuró en el servidor Web de la empresa. El funcionamiento del Solmat en este servidor fue exitoso.

	RNF5.3	En la mayoría de lo posible se sugiere que el Solmat sea desarrollado utilizando Herramientas Case y Componentes Reutilizables de terceros para acelerar este proceso.	100%	Las herramientas utilizadas para desarrollar el Solmat ya estaban disponibles en Comasa. Se utilizaron herramientas Case y componentes de terceros para agilizar el proceso de desarrollo. La herramienta Case utilizada mayormente fue el Iron Speed Designer Enterprise Edition 3.23 y los componentes utilizados fueron de la empresa Telerik, ComponentOne e Ingragistics.
Mantenimiento	**RNF6.1**	Los respaldos del sistema serán realizados por el administrador del sistema a través de las herramientas de respaldo de SQL Server. El administrador del sistema en este caso será el Jefe de Informática.	100%	El Administrador del Sistema tendrá la obligación de respaldar eventualmente los datos del Solmat utilizando las herramientas de la base de datos necesarias.
Atributos de Calidad		Adaptabilidad	0%	El Administrador del Sistema estará encargado en incluir un hipervínculo en el portal de la intranet de Comasa para que los usuarios accedan al Solmat desde este portal. Sin embargo, el administrador no ha efectuado esta tarea.
		Flexibilidad	100%	El sistema cuenta con numerosas

				opciones para la manipulación y la presentación de la información.
		Interoperabilidad	100%	El Solmat tiene la capacidad para ejecutarse en conjunto con el Exactus. Sin el Exactus corriendo el proceso de solicitudes de materiales se llega a estancar.
		Fácil mantenimiento	100%	La instalación y desinstalación del Solmat es mediante el uso de pasos simples lo que lo hace fácil de mantener.
		Portabilidad	100%	El acceso al sistema se puede efectuar desde cualquier punto de la red de Comasa, incluso si Comasa tuviera su propio nodo de Internet, tendría la opción par a incluir al Solmat como servicio en línea en esta red, por lo que permitiría a sus usuarios acceder al sistema desde cualquier rincón del mundo.
		Reusabilidad	100%	El Sistema provee su propio código fuente para ser modificado por Comasa y así poder adecuarlo a las empresas del Grupo Comasa.

		Robustez	100%	El Solmat está respaldado con un alto nivel de calidad propiciado por las herramientas de desarrollo que lo convirtieron en el producto final que es. Está basado en los últimos estándares Web y en una infraestructura de N-Capas.

VI.4.b. Evaluación del cumplimiento de los Requerimientos Funcionales mediante Pruebas de Aceptación

Los Requerimientos Funcionales describen el comportamiento del sistema que gráficamente se puede visualizar en los diagramas de Casos de Uso en el Documento de Especificaciones del Software.

Para realizar la evaluación del cumplimiento de los Requerimientos Funcionales se aplicaron Pruebas de Aceptación. Estas pruebas fueron realizadas por los usuarios finales con los siguientes roles: solicitantes, responsables de área, responsables de bodega, responsables de compras y administrador del sistema.

Para cumplir con este objetivo se analizaron, en conjunto con los usuarios, las distintas situaciones que se puedan presentar en el funcionamiento real del sistema. Con ésta información, se elaboró una lista en la cual se priorizaron los requerimientos funcionales que debe cumplir el sistema para que se considere exitoso y aceptable por Comasa.

Posteriormente, se definieron los casos de prueba, los cuales son escenarios en donde se valida si el sistema tiene la capacidad para satisfacer un requerimiento dado. Cada caso de prueba está compuesto por cuatro elementos:

- Identificador: es un código único del caso de prueba.

- Procedimiento: define la secuencia de pasos que se deben seguir para ejecutar la prueba. Estos pasos fueron determinados por las acciones de los usuarios finales al manipular el sistema con datos reales. Estas acciones fueron grabadas y procesadas por una herramienta de automatización de pruebas de software llamada *TestRecorder for TestComplete 5* de la empresa **AutomatedQA.**

- Resultado esperado: contiene una descripción de lo que el usuario final debería visualizar y obtener tras haber completado todos los pasos de la prueba.

- Resultado obtenido/real: contiene una breve descripción de lo que se obtuvo después de que el usuario ejecuto la prueba. Esto se sustituye a menudo con un Correcto/Fallido o simbología definida por el analista.

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

VI.4.b.i. Requerimientos Funcionales Priorizados para las Pruebas

Según un consenso entre el desarrollador y los usuarios finales del Sistema de Solicitud de Materiales, los requerimientos funcionales que deben ser cumplidos principalmente por este sistema son:

Tabla Nº 20: Requerimientos Funcionales a evaluarse mediante Pruebas de Aceptación
Fuente: Elaboración propia, basada en encuesta realizada.

Número	Requerimientos Funcionales
RF1.2	Las operaciones permitidas dentro de la Fase de Emisión de Solicitudes de Materiales serán: • Crear Solicitud • Editar Solicitud • Eliminar Solicitud

RF2.1	Los Responsables de Área podrán autorizar total, parcial o cancelar una solicitud de materiales elaborada por un solicitante a nivel de detalle de la solicitud.
RF3.1	Generación automática de Consumos de Bodega y Requerimientos Internos de Bodega mediante la selección de solicitudes de materiales aprobadas con el fin de registrar ambos documentos en la base de datos de Exactus.
RF6.2	Introducir algoritmos de validación para el Exactus para evitar que la información del consumo o del requerimiento generado en el Solmat sea integral y consistente cuando ambos documentos son modificados dentro del Exactus. Esto significa que el Responsable de Bodega o de Compras podrá seguir modificando los datos del consumo o del requerimiento en el Exactus siempre y cuando se respeten los datos de las solicitudes de materiales a las que se esta atendiendo. De esta manera existirá estabilidad y coherencia en todo el proceso de solicitud.
RF4.1	El solicitante podrá procesar la recepción del material en el Solmat.
RF5.1	El Sistema de Solicitudes permitirá al solicitante monitorear el proceso de solicitud hasta su entrega, desde cualquier computadora conectada a la intranet de COMASA

VI.4.b.ii. Casos de Prueba y Resultados de las Pruebas

Debido a la naturaleza de los requerimientos seleccionados, los casos de prueba se agruparon por cada fase del Proceso de Solicitud de Materiales.

- **<u>Fase de Emisión de Solicitudes de Materiales</u>**

El requerimiento funcional para esta fase es el siguiente:

Tabla Nº 21: Requerimiento Funcional a evaluarse para Fase de Emisión de Solicitudes de Materiales

Fuente: Elaboración propia, basada en encuesta realizada.

Número	Requerimiento Funcional
RF1.2	Las operaciones permitidas dentro de la Fase de Emisión de Solicitudes de Materiales serán: • Crear Solicitud • Editar Solicitud • Eliminar Solicitud

Los casos de prueba para este requerimiento son tres. Los detalles de los casos de prueba y los resultados de la ejecución de las pruebas son:

- Caso de Prueba No. 1

Tabla Nº 22: Caso de Prueba No. 1 para RF 1.2

Fuente: Elaboración propia, basada en pruebas de aceptación realizadas.

ID Caso de Prueba	Descripción	Procedimiento	Resultado Esperado	Resultado Obtenido/ Real
RF1.2 CP 1	Creación de una solicitud de materiales	1. Ir al Sitio Web con dirección http://localhost/solmatcomasa	Deberá aparecer el código de la solicitud creada en la lista de solicitudes en borrador	
		2. Introducir usuario "jcarmen"		
		3. Introducir contraseña "jcarmen"		
		4. Hacer clic en botón INGRESAR		
		5. Hacer clic en "Mis Solicitudes/Nueva Solicitud de Materiales" en el menú principal		
		6. Seleccionar cualquier Centro de Costos.		**Resultado Exitoso**: Se elaboró la
		7. Seleccionar cualquier departamento.		

		8. Agregar 3 materiales a la solicitud. Para agregar un material a una solicitud, seguir los siguientes pasos: 8.1. Hacer clic en el hipervínculo ELEGIR. 8.2. Seleccionar cualquier artículo de la base de datos haciendo clic en el hipervínculo SELECCIONAR. 8.3. Escribir cantidad a solicitar del material en el campo CANTIDAD. 8.4 Escribir si se desea, la justificación del uso del material en el campo JUSTIFICACIÓN DE SU USO. 8.5 Repetir paso 8.1 hasta terminar de agregar los 5 materiales.		solicitud número 58. La solicitud aparece en el listado de solicitudes en borrador. Por tanto, se pasa la prueba de creación de solicitudes de materiales.
		9. Hacer clic en el botón GUARDAR SOLICITUD.		
		10. Confirmar el contenido de la solicitud creada haciendo clic en el botón OK, TODO EN ORDEN		

Imágenes de los Resultados de la Prueba

Solicitud de Materiales No. 58 después de haber sido creada:

Solicitud de Materiales No. 58 aparece en la lista de Solicitudes en Borrador:

- Caso de Prueba No. 2

Tabla Nº 23: Caso de Prueba No. 2 para RF 1.2

Fuente: Elaboración propia, basada en pruebas de aceptación realizadas.

ID Caso de Prueba	Descripción	Procedimiento	Resultado Esperado	Resultado Obtenido/ Real
RF1.2 CP 2	Edición de una solicitud de materiales	1. Ir al Sitio Web con dirección http://localhost/solmatcomasa	La solicitud de materiales editada deberá aparecer en la sección de "Monitoreo de Solicitudes Aprobadas"	
		2. Introducir usuario "jcarmen"		
		3. Introducir contraseña "jcarmen"		
		4. Hacer clic en botón INGRESAR		
		5. En la lista de solicitudes en borrador hacer clic en el botón de la lupa al lado de cualquier registro de solicitud.		**Resultado Exitoso**: Se editó la solicitud de materiales número 58, se cambió el estado a "Lista para Aprobación
		6. En la página de Mostrar Solicitud, hacer clic en el botón EDITAR ESTA SOLICITUD.		
		7. Una vez mostrada la página donde se muestra la solicitud a editar, cambiar el estado de la solicitud de "Borrador" a "Lista para Aprobación".		

		8. Hacer clic en el botón ACEPTAR CAMBIOS. 9. Hacer clic en el botón OK, TODO EN ORDEN. 10. Verificar en la sección "Monitoreo de Solicitudes Aprobadas" que aparece la solicitud de materiales 58 con los cambios realizados.		" y aparece en la sección de "Monitoreo de Solicitudes Aprobadas"

Imágenes de los Resultados de la Prueba

Solicitud de Materiales No. 58 antes de ser editada, se muestra en estado "Borrador":

58	PLANTA BLANQUEADORA	EMPAQUE Y ESTIBA	No Aplica	19/10/2007 12:52 a.m.	19/10/07	Normal	Sin Comentarios	BORRADOR

Solicitud de Materiales No. 58 confirmando los cambios realizados, su estado pasa a "Lista para Aprobación":

MOSTRAR SOLICITUD

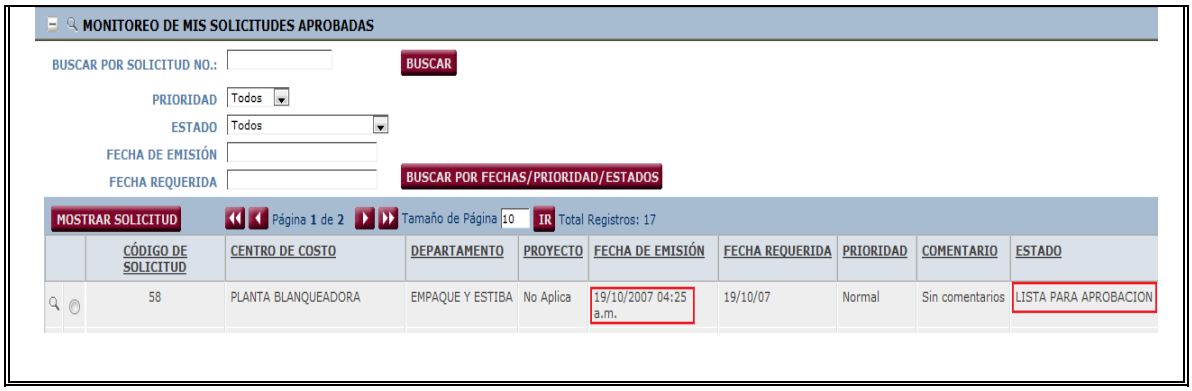
SOLICITUD NO.:	58	FECHA DE EMISIÓN:	viernes, 19 de octubre de 2007 04
SOLICITADA POR:	JCARMEN	FECHA PLANIFICADA:	viernes, 19 de octubre de 2007
CENTRO DE COSTO:	PLANTA BLANQUEADORA	PRIORIDAD:	Normal
DEPARTAMENTO:	EMPAQUE Y ESTIBA		
PROYECTO:	No aplica		
COMENTARIOS:	No aplica		
ESTADO:	LISTA PARA APROBACION		

MOSTRAR DETALLE DE SOLICITUD

EXPORTAR Página 1 de 1 Tamaño de Página 10 IR Total Registros: 3

	LINEA	ARTICULO	DESCRIPCION	CANTIDAD SOLICITADA	JUSTIFICACIÓN
	1	S3075	BOLSA LINER 25" X 44" TRANSPARENTE	5.0000	No aplica
	2	S7049	* PULSADOR SIEMENS 3SB12 03-OAC01	1.0000	No aplica
	3	S0136	VITAVAX	50.0000	Requerido para hoy.

Solicitud de Materiales No. 58 aparece en la sección de "Monitoreo de Solicitudes Aprobadas" con el nuevo estado "Lista para aprobación":



- Caso de Prueba No. 3

Tabla Nº 24: Caso de Prueba No. 3 para RF 1.2

Fuente: Elaboración propia, basada en pruebas de aceptación realizadas.

ID Caso de Prueba	Descripción	Procedimiento	Resultado Esperado	Resultado Obtenido/ Real
RF1.2 CP 3	Eliminación de una solicitud de materiales	1. Ir al Sitio Web con dirección http://localhost/solmatcomasa	El registro de la solicitud de materiales eliminada no deberá aparecer en la lista de Solicitudes en Borrador.	
		2. Introducir usuario "jcarmen"		
		3. Introducir contraseña "jcarmen"		
		4. Hacer clic en botón INGRESAR		
		5. En la lista de solicitudes en borrador hacer clic en el botón de radio al lado de cualquier registro de solicitud.		**Resultado Exitoso**: Se eliminó la solicitud de materiales número 56 y no aparece en la lista de solicitudes en borrador.
		6. Hacer clic en el botón ELIMINAR SOLICITUD.		
		7. En el cuadro de diálogo de confirmación, hacer clic en ACEPTAR.		
		8. Verificar que la solicitud eliminada aparece en la lista de solicitudes en borrador.		
Imágenes de los Resultados de la Prueba				

Solicitud de Materiales No. 56 antes de ser eliminada aparece en la lista de solicitudes en borrador:

Mensaje de confirmación de la eliminación de la Solicitud de Materiales No. 56:

El registro de la Solicitud de Materiales No. 56 no aparece en lista de Solicitudes en Borrador, la solicitud ha sido eliminada:

- **<u>Fase de Aprobación de Solicitudes de Materiales</u>**

El requerimiento funcional para esta fase es el siguiente:

Tabla Nº 25: Requerimiento Funcional a evaluarse para Fase de Aprobación de Solicitudes de Materiales

Fuente: Elaboración propia, basada en encuesta realizada.

Número	Requerimiento Funcional
RF2.1	Los Responsables de Área podrán autorizar total, parcial o cancelar una solicitud de materiales elaborada por un solicitante a nivel de detalle de la solicitud.

Los casos de prueba para este requerimiento son:

- Caso de Prueba No. 1

Tabla Nº 26: Caso de Prueba No. 1 para RF 2.1

Fuente: Elaboración propia, basada en pruebas de aceptación realizadas.

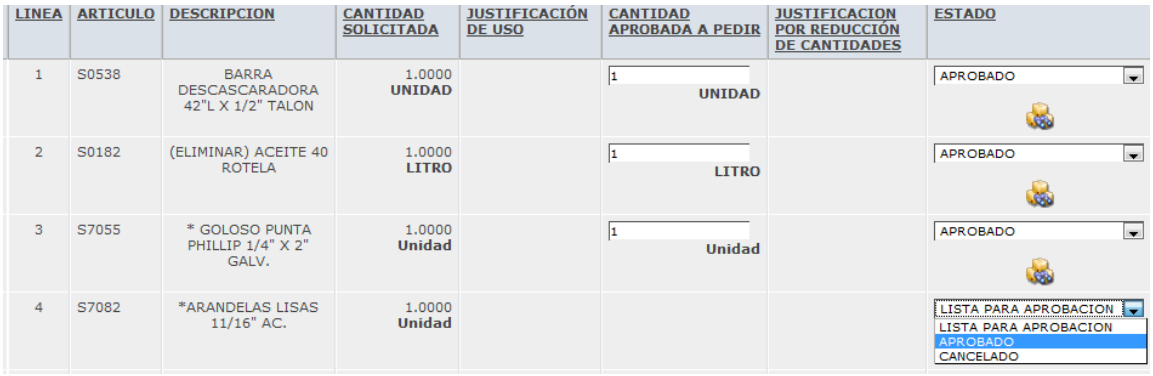
ID Caso de Prueba	Descripción	Procedimiento	Resultado Esperado	Resultado Obtenido/ Real
RF2.1 CP 1	Aprobación total de una solicitud de materiales	1. Ir al Sitio Web con dirección http://localhost/solmatcomasa	La solicitud de materiales aprobada deberá aparecer con el estado "Aprobado" en la sección de Solicitudes Aprobadas.	
		2. Introducir usuario "jcarmen"		
		3. Introducir contraseña "jcarmen"		
		4. Hacer clic en botón INGRESAR		
		5. Hacer clic en "Aprobación de Solicitudes/Responsable de Área/Solicitudes Listas para Aprobación" en el menú principal		
		6. Hacer clic en el botón de radio al lado del registro de la solicitud a aprobar.		**Resultado Exitoso**: Se aprobó la solicitud de materiales no. 55 y aparece con el estado "Aprobado" en la
		7. Hacer clic en el botón PROCESAR APROBACIÓN DE SOLICITUD.		
		8. Para cada artículo de la solicitud, seleccionar el estado APROBADO.		
		9. Hacer clic en el botón ACEPTAR CAMBIOS.		
		10. Confirmar que la solicitud recién aprobada aparezca en la sección de		

		Solicitudes Aprobadas con el estado "APROBADO".		sección de Solicitudes Aprobadas.

Imágenes de los Resultados de la Prueba

Solicitud de Materiales No. 55 antes de ser aprobada:

Solicitud de Materiales No. 55 mientras se aprueban todos sus artículos:



Solicitud de Materiales No. 55 una vez aprobada aparece con el estado "Aprobado":

- Caso de Prueba No. 2

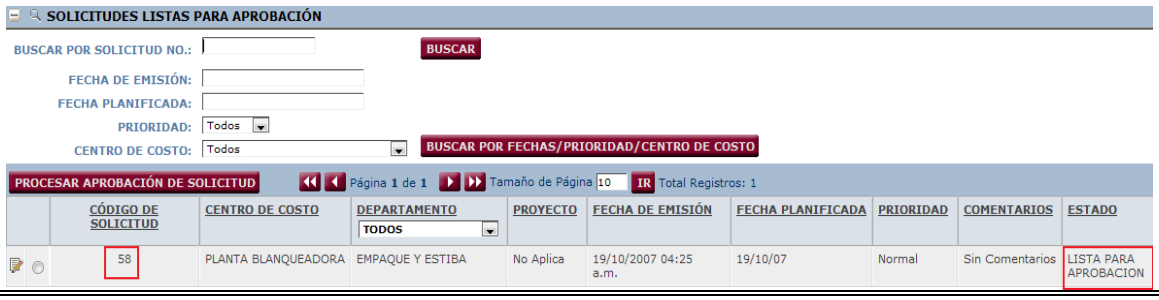
Tabla Nº 27: Caso de Prueba No. 2 para RF 2.1

Fuente: Elaboración propia, basada en pruebas de aceptación realizadas.

ID Caso de Prueba	Descripción	Procedimiento	Resultado Esperado	Resultado Obtenido/ Real
RF2.1 CP 2	Aprobación Parcial de una solicitud de materiales	1. Ir al Sitio Web con dirección http://localhost/solmatcomasa	La solicitud de materiales aprobada deberá aparecer con el estado "Parcialmente Aprobado" en la sección de Solicitudes Aprobadas.	
		2. Introducir usuario "jcarmen"		
		3. Introducir contraseña "jcarmen"		
		4. Hacer clic en botón INGRESAR		
		5. Hacer clic en "Aprobación de Solicitudes/Responsable de Área/Solicitudes Listas para Aprobación" en el menú principal		
		6. Hacer clic en el botón de radio al lado del registro de la solicitud a aprobar.		**Resultado Exitoso**: Se aprobaron y se cancelaron artículos de la solicitud de materiales no. 58 y aparece con el estado "Parcialmente Aprobado" en la sección de Solicitudes Aprobadas.
		7. Hacer clic en el botón PROCESAR APROBACIÓN DE SOLICITUD.		
		8. Para la mitad de los artículos de la solicitud, seleccionar el estado APROBADO y para la otra mitad, seleccionar CANCELADO.		
		9. Hacer clic en el botón ACEPTAR CAMBIOS.		
		10. Confirmar que la solicitud recién aprobada aparezca en la sección de Solicitudes Aprobadas con el estado "PARCIALMENTE APROBADO".		

Imágenes de los Resultados de la Prueba

Solicitud de Materiales No. 58 antes de ser aprobada:



Solicitud de Materiales No. 58 mientras se aprueban todos sus artículos. Uno de los artículos fue cancelado:

LINEA	ARTICULO	DESCRIPCION	CANTIDAD SOLICITADA	JUSTIFICACIÓN DE USO	CANTIDAD APROBADA A PEDIR	JUSTIFICACION POR REDUCCIÓN DE CANTIDADES	ESTADO	CANCELADO POR	FECHA/HORA CANCELACIÓN
1	S3075	BOLSA LINER 25" X 44" TRANSPARENTE	5.0000 **Unidad**		5 **Unidad**		APROBADO		
2	S7049	* PULSADOR SIEMENS 3SB12 03-OAC01	1.0000 **Unidad**				CANCELADO	JCARMEN	19/10/2007 05:47:00 a.m.
3	S0136	VITAVAX	50.0000 **LIBRA**	Requerido para procesar la producción del día de hoy.	50 **LIBRA**		APROBADO		

Solicitud de Materiales No. 58 una vez aprobada aparece con el estado "Parcialmente Aprobado":

	58	PLANTA BLANQUEADORA	EMPAQUE Y ESTIBA		19/10/2007 04:25 a.m.	19/10/07	Normal		PARCIALMENTE APROBADO

- Caso de Prueba No. 3

Tabla Nº 28: Caso de Prueba No. 3 para RF 2.1

Fuente: Elaboración propia, basada en pruebas de aceptación realizadas.

ID Caso de Prueba	Descripción	Procedimiento	Resultado Esperado	Resultado Obtenido/ Real
RF2.1 CP 3	Cancelación de una solicitud de materiales	1. Ir al Sitio Web con dirección http://localhost/solmatcomasa	La solicitud de materiales cancelada deberá aparecer con el estado "Cancelado" en la sección de Monitoreo de Solicitudes Aprobadas.	
		2. Introducir usuario "jcarmen"		
		3. Introducir contraseña "jcarmen"		
		4. Hacer clic en botón INGRESAR		
		5. Hacer clic en "Aprobación de Solicitudes/Responsable de Área/Solicitudes Listas para Aprobación" en el menú principal		
		6. Hacer clic en el botón de radio al lado del registro de la solicitud a aprobar.		**Resultado Exitoso**: Se cancelaron todos los
		7. Hacer clic en el botón PROCESAR APROBACIÓN DE SOLICITUD.		

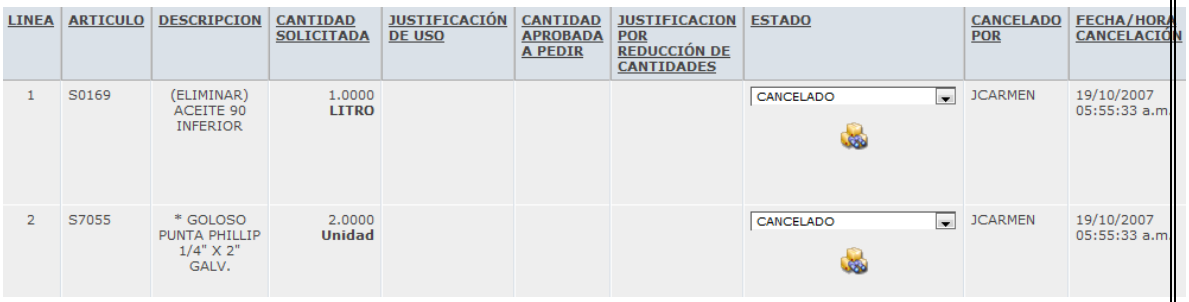
		8. Para todos los artículos de la solicitud, seleccionar el estado CANCELADO.		artículos de la solicitud de materiales no. 65 y aparece con el estado "Cancelado" en la sección de Monitoreo de Solicitudes Aprobadas.
		9. Hacer clic en el botón ACEPTAR CAMBIOS.		
		10. Confirmar que la solicitud recién cancelada aparezca en la sección de Monitoreo de Solicitudes Aprobadas con el estado "CANCELADO".		

Imágenes de los Resultados de la Prueba

Solicitud de Materiales No. 65 antes de ser aprobada:

65	ADMINISTRACION MANAGUA	INFORMATICA	No Aplica	19/10/2007 05:52 a.m.	19/10/07	Normal	Sin Comentarios	LISTA PARA APROBACION

Solicitud de Materiales No. 65 mientras se cancelan todos sus artículos:



LINEA	ARTICULO	DESCRIPCION	CANTIDAD SOLICITADA	JUSTIFICACIÓN DE USO	CANTIDAD APROBADA A PEDIR	JUSTIFICACION POR REDUCCIÓN DE CANTIDADES	ESTADO	CANCELADO POR	FECHA/HORA CANCELACION
1	S0169	(ELIMINAR) ACEITE 90 INFERIOR	1.0000 **LITRO**				CANCELADO	JCARMEN	19/10/2007 05:55:33 a.m
2	S7055	* GOLOSO PUNTA PHILLIP 1/4" X 2" GALV.	2.0000 **Unidad**				CANCELADO	JCARMEN	19/10/2007 05:55:33 a.m

Solicitud de Materiales No. 65 una vez cancelada aparece con el estado "Cancelado":

65	ADMINISTRACION MANAGUA	INFORMATICA	No Aplica	19/10/2007 05:52 a.m.	19/10/07	Normal	Sin comentarios	CANCELADO

- **Fase de Provisión de Materiales**

Los requerimientos funcionales para esta fase son los siguientes:

Tabla Nº 29: Requerimientos Funcionales a evaluarse para Fase de Provisión de Materiales

Fuente: Elaboración propia, basada en encuesta realizada.

Número	Requerimientos Funcionales
RF3.1	Generación automática de Consumos de Bodega y Requerimientos Internos de Bodega mediante la selección de solicitudes de materiales aprobadas con el fin de registrar ambos documentos en la base de datos de Exactus.
RF6.2	Introducir algoritmos de validación para el Exactus para evitar que la información del consumo o del requerimiento generado en el Solmat sea integral y consistente cuando ambos documentos son modificados dentro del Exactus. Esto significa que el Responsable de Bodega o de Compras podrá seguir modificando los datos del consumo o del requerimiento en el Exactus siempre y cuando se respeten los datos de las solicitudes de materiales a las que se esta atendiendo. De esta manera existirá estabilidad y coherencia en todo el proceso de solicitud.

Los casos de prueba para estos requerimientos son cuatro. Los detalles de los casos de prueba y los resultados de la ejecución de las pruebas son los siguientes:

- Caso de Prueba No. 1

Tabla Nº 30: Caso de Prueba No. 1 para RF 3.1

Fuente: Elaboración propia, basada en pruebas de aceptación realizadas.

ID de Caso de Prueba	Descripción	Procedimiento	Resultado Esperado	Resultado Obtenido/Real
RF3.1 CP 1	Generación automática de consumos de bodega a partir de solicitudes de materiales aprobadas.	1. Ir al Sitio Web con dirección http://localhost/solmatcomasa	El Consumo de Bodega generado por el Solmat deberá aparecer en la lista de Documentos de Inventario del	
		2. Introducir usuario "jcarmen"		
		3. Introducir contraseña "jcarmen"		
		4. Hacer clic en botón INGRESAR		
		5. Hacer clic en "Provisión de Solicitudes/Responsable de Bodega/Nuevo Consumo de		

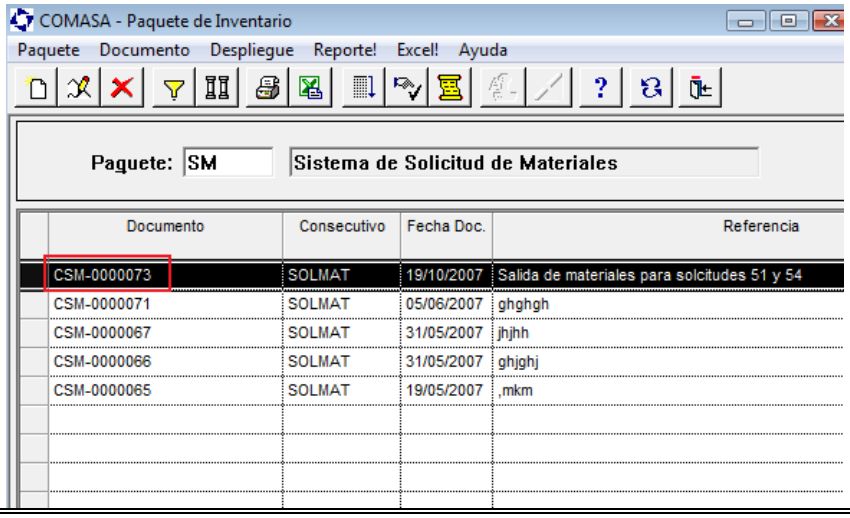
		Bodega" en el menú principal	Sistema Exactus.	
		6. En la página del consumo, escribir una descripción en el campo REFERENCIA.		**Resultado Exitoso:** Se generó el consumo de bodega no. CSM-0000073 desde el Solmat a partir de las solicitudes de materiales 51 y 54. El consumo de bodega aparece en la lista de documentos de inventario del sistema Exactus.
		7. Agregar 2 materiales al consumo a partir de cualquier solicitud de materiales.		
		8. Hacer clic en el botón CREAR CONSUMO.		
		9. Hacer clic en el botón OK.		
		10. Verificar que el documento del consumo de bodega creado aparece en el módulo de Control de Inventario del Sistema Exactus.		

Imágenes de los Resultados de la Prueba

Consumo de Bodega mientras se elabora:

Se genera el consumo de bodega no. CSM-0000073:

El Consumo de Bodega no. CSM-0000073 una vez generado por el Solmat, aparece en el Sistema Exactus:



- Caso de Prueba No. 2

Tabla Nº 31: Caso de Prueba No. 2 para RF 3.1

Fuente: Elaboración propia, basada en pruebas de aceptación realizadas.

ID de Caso de Prueba	Descripción	Procedimiento	Resultado Esperado	Resultado Obtenido/Real
RF3.1 CP 2	Generación automática de requerimientos internos de bodega partir	1. Ir al Sitio Web con dirección http://localhost/solmatcomasa 2. Introducir usuario "jcarmen" 3. Introducir contraseña "jcarmen" 4. Hacer clic en botón INGRESAR	El Requerimiento Interno de Bodega generado por el	✓

	de solicitudes de materiales aprobadas.	5. Hacer clic en "Provisión de Solicitudes/Responsable de Compras/Nuevo Requerimiento Interno de Bodega" en el menú principal	Solmat deberá aparecer en la lista de Solicitudes de Compra del Sistema Exactus.	
		6. Agregar 2 materiales al requerimiento a partir de cualquier solicitud de materiales.		
		8. Hacer clic en el botón CREAR REQUERIMIENTO.		**Resultado Exitoso:** Se generó el requerimiento interno de bodega no. SC002032 desde el Solmat a partir de las solicitudes de materiales 46 y 58. El requerimiento aparece enlistado en las Solicitudes de Compra del módulo de Compras del sistema Exactus.
		9. Hacer clic en el botón OK.		
		10. Verificar que el Requerimiento Interno de Bodega creado aparezca en el módulo de Compras del Sistema Exactus.		
Imágenes de los Resultados de la Prueba				
El Requerimiento Interno de Bodega mientras se elabora(siguiente página):				

NUEVO REQUERIMIENTO INTERNO DE BODEGA

REQUERIMIENTO NO.: (Autogenerado)
FECHA DE CREACIÓN: 19/10/2007
ELABORADO POR: JCARMEN
ESTADO: Planeada
COMENTARIOS:
PRIORIDAD: Media

DETALLES DEL REQUERIMIENTO INTERNO DE BODEGA

AÑADIR ELIMINAR EXPORTAR Página 1 de 1 Tamaño de Página 10 IR Total Registros: 1

SOLICITUD	ARTICULO	CANTIDAD	CENTRO DE COSTO	CUENTA CONTABLE	COMENTARIOS
Código de Solicitud: 46 Línea de Solicitud: 1	* DUCTO METALICO DE 4" X 4" X 3´ S7048	1.0000 Unidad	ADMINISTRACION MANAGUA 13-00-00	Material Electrico 1-01-09-003-000	[S/M: #46 - L/SM: #1] emitida en C/C: ADMINISTRACION MANAGUA - DEPT: INFORMATICA.
Código de Solicitud: 58 Línea de Solicitud: 1	BOLSA LINER 25" X 44" TRANSPARENTE S3075	5.0000 Unidad	PLANTA BLANQUEADORA 11-00-00	Material de Empaque 1-01-09-002-000	[S/M: #58 - L/SM: #1] emitida en C/C: PLANTA BLANQUEADORA - DEPT: EMPAQUE Y ESTIBA.

Se genera el requerimiento interno de bodega no. SC002032:

MOSTRAR REQUERIMIENTO INTERNO DE BODEGA

REQUERIMIENTO NO.: SC002032
FECHA SOLICITUD: 19/10/2007
ELABORADA POR: JCARMEN
FECHA REQUERIDA: 19/10/2007
ESTADO: Planeada
PRIORIDAD: Media
COMENTARIO:

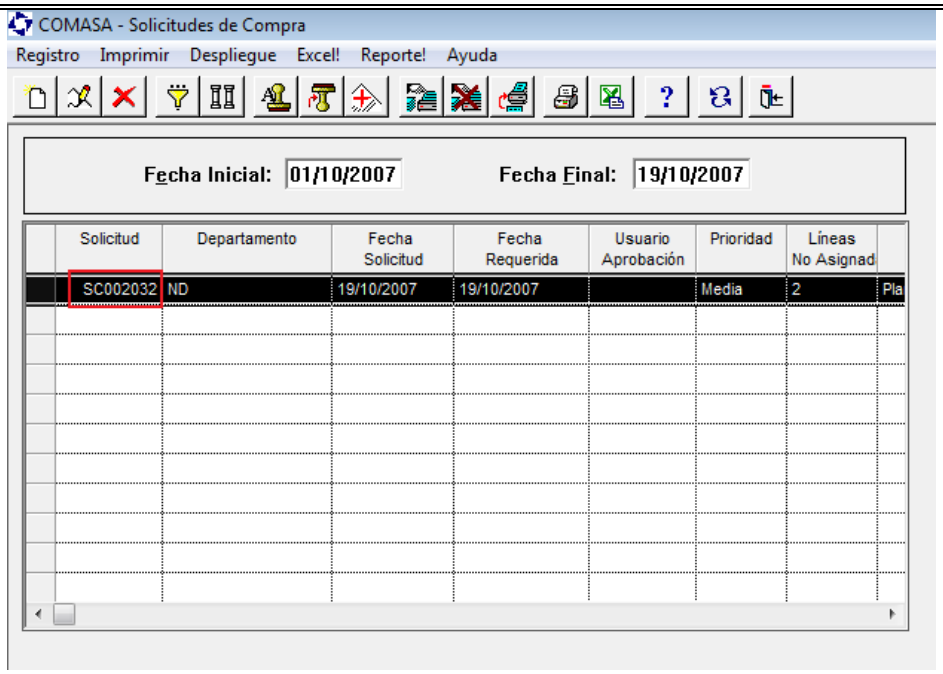
DETALLES DEL REQUERIMIENTO

Página 1 de 1 Tamaño de Página 10 IR Total Registros: 2

LÍNEA	ARTICULO	CANTIDAD	FECHA REQUERIDA	CENTRO DE COSTO	CUENTA CONTABLE
1	* DUCTO METALICO DE 4" X 4" X 3´ (S7048)	1.0000 Unidad	19/10/2007	ADMINISTRACION MANAGUA (13-00-00)	Material Electrico (1-01-09-003-000)
2	BOLSA LINER 25" X 44" TRANSPARENTE (S3075)	5.0000 Unidad	19/10/2007	PLANTA BLANQUEADORA (11-00-00)	Material de Empaque (1-01-09-002-000)

OK

El Requerimiento Interno de Bodega no. SC002032 una vez generado por el Solmat, aparece en el Sistema Exactus:



- Caso de Prueba No. 3

Tabla Nº 32: Caso de Prueba No. 3 para RF 6.2

Fuente: Elaboración propia, basada en pruebas de aceptación realizadas.

ID de Caso de Prueba	Descripción	Procedimiento	Resultado Esperado	Resultado Obtenido/ Real
RF6.2 CP 3	Aprobación en el Exactus de los Consumos de Bodega generados por el Solmat.	1. Ir al Sitio Web con dirección http://localhost/solmatcomasa	La aplicación del Consumo de Bodega en el Exactus, deberá generar un cambio de estado en el Solmat para este Consumo.	
		2. Introducir usuario "jcarmen"		
		3. Introducir contraseña "jcarmen"		
		4. Hacer clic en botón INGRESAR		
		5. Hacer clic en "Provisión de Solicitudes/Responsable de Bodega/Consumos de Bodega y Solicitudes de Materiales" en el menú principal		
		6. Realizar la búsqueda de un consumo de bodega que se haya generado en el Solmat y que no se haya aprobado aún.		

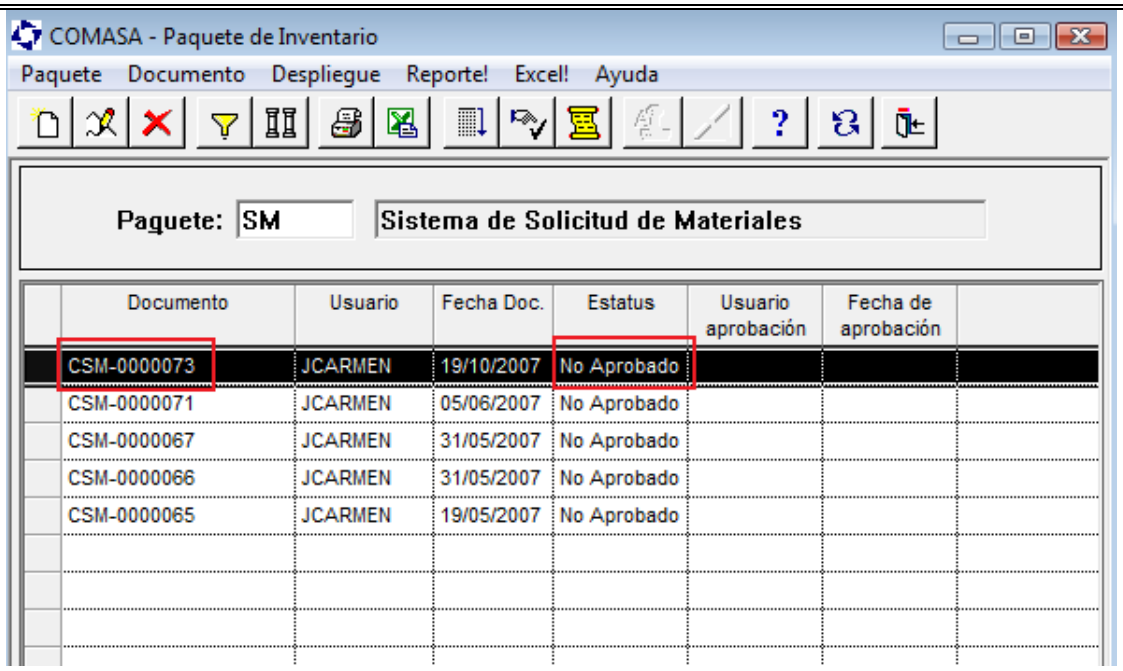
		8. Iniciar el Sistema Exactus		
		9. Ir al Módulo de Control de Inventario.		**Resultado Exitoso:** Se aplicó el consumo de bodega no. CSM-000073 en el Exactus y el estado de este consumo cambió en el Solmat a "CONSUMO APROBADO".
		10. Hacer clic en "Transacciones/Paquetes" en el menú principal.		
		11. Buscar el Consumo de bodega anteriormente encontrado en el Solmat.		
		12. Comparar los estados tanto en el Solmat como en el Exactus para este consumo de bodega. En el Solmat, el consumo tiene el estado "CONSUMO PENDIENTE DE APROBACIÓN" y en el Exactus tendrá el estado "NO APROBADO". Ambos estados significan lo mismo.		
		13. Seleccionar el consumo de bodega a aprobarse en la ventana de Paquetes del Exactus.		
		14. Hacer clic en APLICAR para aprobar el consumo de bodega desde el Exactus.		
		15. Verificar en el Solmat que el estado de este consumo de bodega cambió a "CONSUMO APROBADO".		

Imágenes de los Resultados de la Prueba

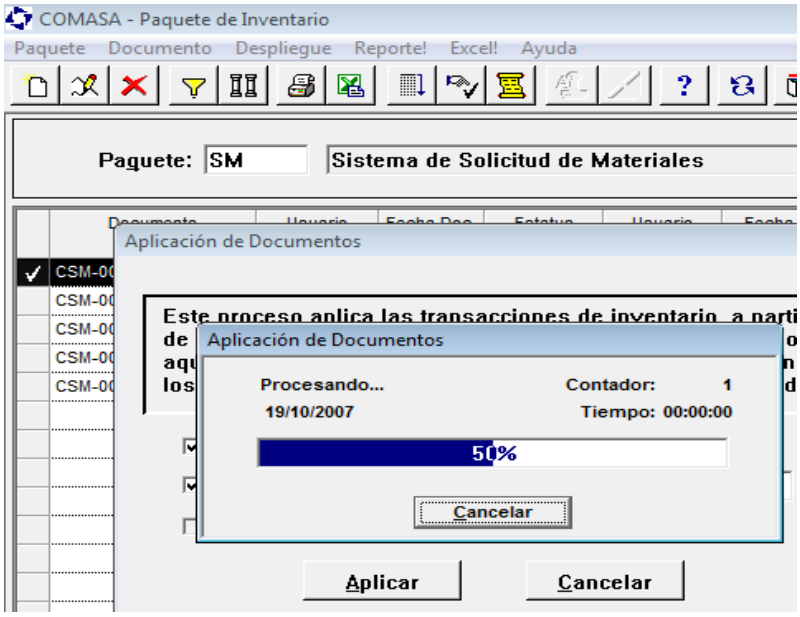
El estado en el Solmat del Consumo de Bodega no. CSM-000073 antes de ser aprobado:

CONSUMO DE BODEGA NO.	LINEA	ARTICULO	CANTIDAD CONSUMO	ESTADO	ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN	SOLICITUD DE MATERIALES NO.	LINEA	CANTIDAD APROBADA
CSM-0000073	1	* GOLOSO PUNTA PHILLIP 1/4" X 2" GALV. (S7055)	1.0000 Unidad	CONSUMO PENDIENTE DE APROBACIÓN	jcarmen	19/10/2007 03:42 p.m.			51	2	1.0000 Unidad
CSM-0000073	2	XELTRON RELAY DSIE-MDC1 (S7379)	1.0000 Unidad	CONSUMO PENDIENTE DE APROBACIÓN	jcarmen	19/10/2007 03:42 p.m.			54	1	1.0000 Unidad

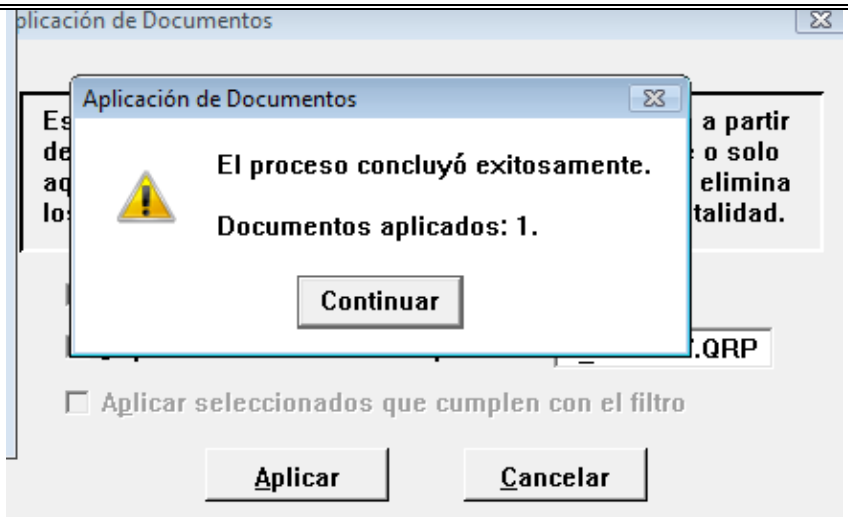
El estado en el Exactus del Consumo de Bodega no. CSM-000073 antes de ser aprobado:



Proceso de aplicación del Consumo de Bodega no. CSM-000073 en el Exactus:



Finalización satisfactoria del proceso de aplicación del Consumo de Bodega no. CSM-000073 en el Exactus:



El cambio de estado en el Solmat del Consumo de Bodega no. CSM-000073 después de ser aprobado en el Exactus:

CONSUMO DE BODEGA NO.	LINEA	ARTICULO	CANTIDAD CONSUMO	ESTADO	ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA DE APROBACIÓN	SOLICITUD DE MATERIALES NO.	LINEA	CANTIDAD APROBADA
CSM-0000073	1	* GOLOSO PUNTA PHILLIP 1/4" X 2" GALV. (S7055)	1.0000 Unidad	CONSUMO APROBADO	jcarmen	19/10/2007 03:42 p.m.	sa	19/10/2007 05:01 p.m.	51	2	1.0000 Unidad
CSM-0000073	2	XELTRON RELAY DSIE-MDC1 (S7379)	1.0000 Unidad	CONSUMO APROBADO	jcarmen	19/10/2007 03:42 p.m.	sa	19/10/2007 05:01 p.m.	54	1	1.0000 Unidad

- Caso de Prueba No. 4

Tabla Nº 33: Caso de Prueba No. 4 para RF 6.2

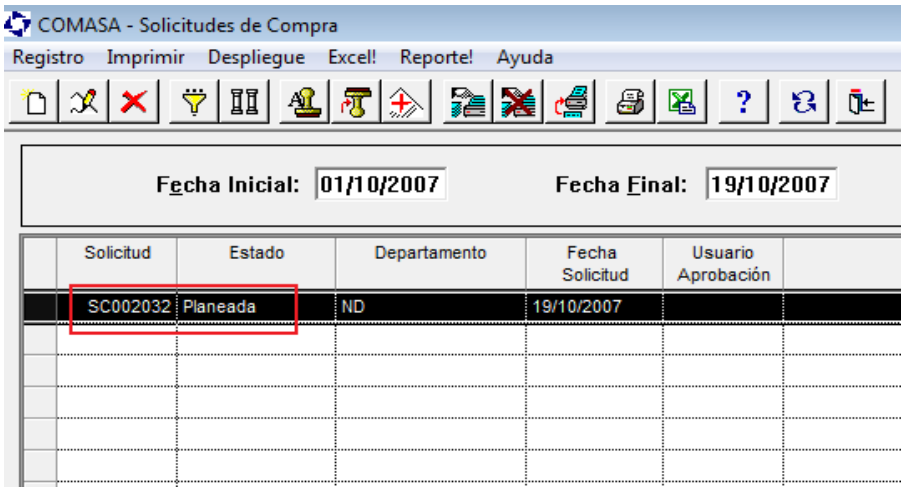
Fuente: Elaboración propia, basada en pruebas de aceptación realizadas.

ID de Caso de Prueba	Descripción	Procedimiento	Resultado Esperado	Resultado Obtenido/ Real
RF6.2 CP 4	Aprobación en el Exactus de los Requerimientos Internos de Bodega	1. Ir al Sitio Web con dirección http://localhost/solmatcomasa 2. Introducir usuario "jcarmen" 3. Introducir contraseña "jcarmen" 4. Hacer clic en botón INGRESAR	La aprobación del Requerimiento Interno de Bodega en el Exactus, deberá generar un	✓

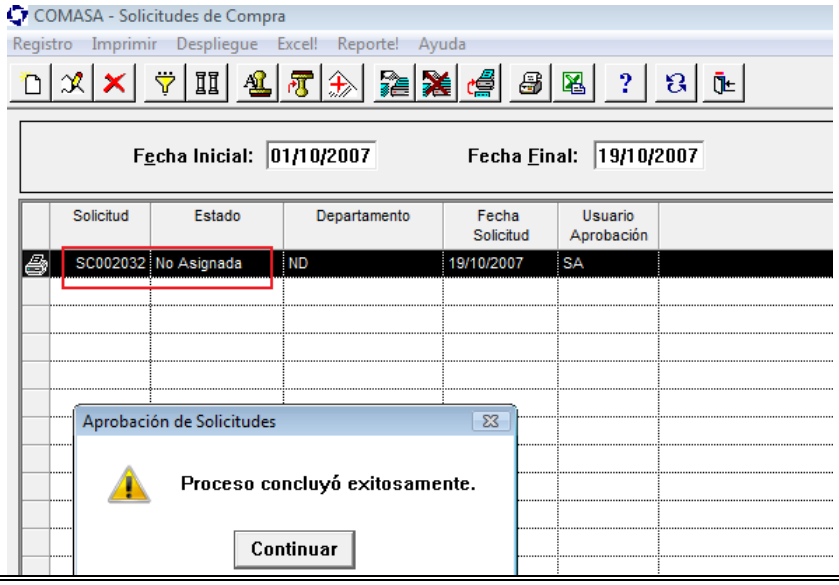
	generados por el Solmat.	5. Hacer clic en "Provisión de Solicitudes/Responsable de Compras/Requerimientos y Solicitudes de Materiales" en el menú principal.	cambio de estado en el Solmat para este Requerimiento.	
		6. Realizar la búsqueda de un requerimiento interno de bodega que se haya generado en el Solmat y que no se haya aprobado aún.		
		8. Iniciar el Sistema Exactus		
		9. Ir al Módulo de Compras.		**Resultado Exitoso:** Se aprobó el requerimiento interno de bodega no. SC002032 en el Exactus y el estado de este requerimiento cambió en el Solmat a “NO ASIGNADA” .
		10. Hacer clic en “Operaciones/Solicitudes” en el menú principal.		
		11. Buscar el Requerimiento Interno de Bodega anteriormente encontrado en el Solmat.		
		12. Comparar los estados tanto en el Solmat como en el Exactus para este requerimiento. En el Solmat, el deberá tener el estado “PLANEADA” y en el Exactus tendrá el mismo estado.		
		13. Seleccionar el requerimiento a aprobarse en la ventana de Solicitudes de Compra del Exactus.		
		14. Hacer clic en APROBAR para aprobarlo desde el Exactus.		
		15. Verificar en el Solmat que el estado de este requerimiento cambió a “NO ASIGNADA”.		
Imágenes de los Resultados de la Prueba				
El estado en el Solmat del Requerimiento Interno de Bodega no. SC002032 antes de ser aprobado:				

REQUERIMIENTO NO.	LINEA	ARTICULO	CANTIDAD REQUERIDA	ESTADO	FECHA REQUERIDA	ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	AP
SC002032	1	* DUCTO METALICO DE 4" X 4" X 3´ (S7048)	1.0000 Unidad	PLANEADA	19/10/2007	JCARMEN	19/10/2007 04:19 p.m.	
SC002032	2	BOLSA LINER 25" X 44" TRANSPARENTE (S3075)	5.0000 Unidad	PLANEADA	19/10/2007	JCARMEN	19/10/2007 04:19 p.m.	

El estado en el Exactus del Requerimiento Interno de Bodega no. SC002032 antes de ser aprobado:



Finalización satisfactoria del proceso de aprobación del Requerimiento Interno de Bodega SC002032 en el Exactus. El nuevo estado es "No Asignada".



El cambio de estado en el Solmat del Requerimiento Interno de Bodega no. SC002032 después de ser aprobado en el Exactus:

REQUERIMIENTO NO.	LINEA	ARTICULO	CANTIDAD REQUERIDA	ESTADO	FECHA REQUERIDA	ELABORADO POR	FECHA DE ELABORACIÓN	APROBADO POR	FECHA APROBACIÓN
SC002032	1	* DUCTO METALICO DE 4" X 4" X 3´ (S7048)	1.0000 Unidad	NO ASIGNADA	19/10/2007	JCARMEN	19/10/2007 04:19 p.m.	SA	19/10/2007 05:28 p.m.
SC002032	2	BOLSA LINER 25" X 44" TRANSPARENTE (S3075)	5.0000 Unidad	NO ASIGNADA	19/10/2007	JCARMEN	19/10/2007 04:19 p.m.	SA	19/10/2007 05:28 p.m.

- **Fase de Recepción de Materiales**

Los requerimientos funcionales para esta fase son los siguientes:

Tabla Nº 34: Requerimiento Funcional a evaluarse para Fase de Recepción de Materiales

Fuente: Elaboración propia, basada en encuesta realizada.

Número	Requerimientos Funcionales
RF4.1	El solicitante podrá procesar la recepción del material en el Solmat.

EL caso de prueba para este requerimiento es:

- Caso de Prueba No. 1

Tabla Nº 35: Caso de Prueba No. 1 para RF 4.1

Fuente: Elaboración propia, basada en pruebas de aceptación realizadas.

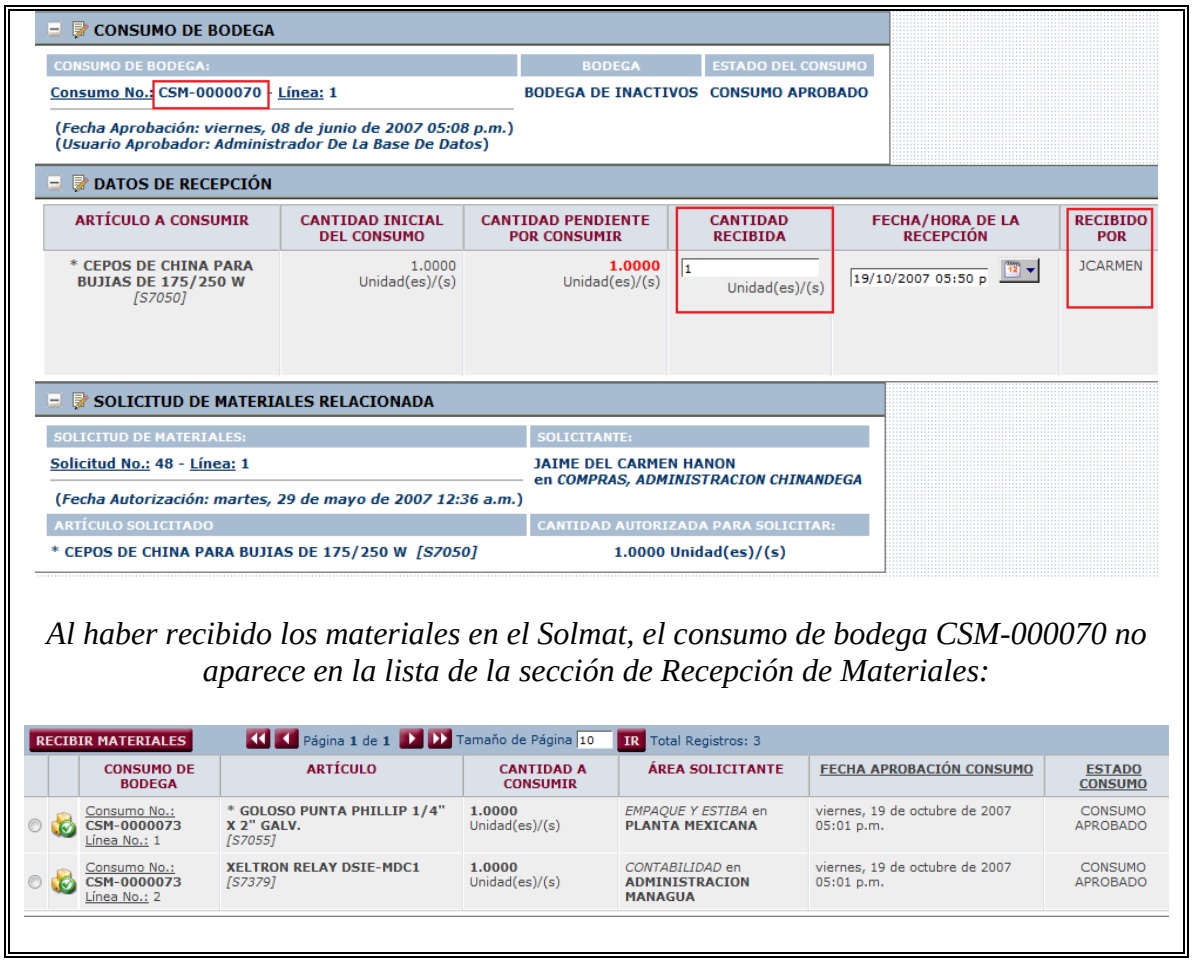
ID de Caso de Prueba	Descripción	Procedimiento	Resultado Esperado	Resultado Obtenido
RF4.1 CP 1	Recepción de Materiales por parte del	1. Ir al Sitio Web con dirección http://localhost/solmatcomasa 2. Introducir usuario "jcarmen"	No deberá aparecer ningún	✓

	Solicitante.	3. Introducir contraseña "jcarmen"	registro del consumo de bodega recibido por el solicitante en la sección de Recepción de Materiales.	
		4. Hacer clic en botón INGRESAR		
		5. Hacer clic en "Mis Solicitudes/Recepción de Materiales" en el menú principal.		
		6. Hacer clic en el botón de radio al lado del consumo de bodega que se desee recibir.		
		8. Hacer clic en el botón RECIBIR MATERIALES.		**Resultado Exitoso:** se proceso la recepción del consumo de bodega No. CSM-000070 y éste no aparece en la lista de Recepción de Materiales ya que fue recibido satisfactoriamente.
		9. En la página de recepción de materiales para este consumo, escribir la cantidad que esta recibiendo físicamente.		
		10. Hacer clic en RECIBIR MATERIALES para finalizar.		
		11. Verificar que el consumo recibido no aparece en la lista de consumos de la sección de Recepción de Materiales. Esto demuestra que los materiales fueron recibidos satisfactoriamente del consumo.		

<u>Imágenes de los Resultados de la Prueba</u>

Se pretende recibir los materiales del Consumo de Bodega CSM-000070. Este consumo aparece en la sección de Recepción de Materiales con el estado "CONSUMO APROBADO":

Página donde se reciben los materiales para este consumo de bodega:



Al haber recibido los materiales en el Solmat, el consumo de bodega CSM-000070 no aparece en la lista de la sección de Recepción de Materiales:

- **<u>Monitoreo y Seguimiento del Estado de las solicitudes de materiales.</u>**

El requerimiento funcional para esta actividad es:

Tabla Nº 36: Requerimiento Funcional a evaluarse para el Monitoreo y Seguimiento del Estado de las Solicitudes de Materiales

Fuente: Elaboración propia, basada en encuesta realizada.

Número	Requerimientos Funcionales
RF5.1	El Sistema de Solicitudes permitirá al solicitante monitorear el proceso de solicitud hasta su entrega, desde cualquier computadora conectada a la intranet de COMASA

El caso de prueba para este requerimiento es:

- Caso de Prueba No. 1

Tabla Nº 37: Caso de Prueba No. 1 para RF 5.1

Fuente: Elaboración propia, basada en pruebas de aceptación realizadas.

ID de Caso de Prueba	Descripción	Procedimiento	Resultado Esperado	Resultado Obtenido/ Real
RF5.1 CP 1	Monitoreo y Seguimiento del estado de las solicitudes de materiales elaboradas por un solicitante.	1. Ir al Sitio Web con dirección http://localhost/solmatcomasa	Al monitorear cada solicitud de materiales, se podrá consultar el estado de toda la solicitud y el estado de cada línea de detalle que la compone.	
		2. Introducir usuario "jcarmen"		
		3. Introducir contraseña "jcarmen".		
		4. Hacer clic en botón INGRESAR		
		5. Hacer clic en "Mis Solicitudes/Monitoreo de Mis Solicitudes Aprobadas" en el menú principal.		
		6. Hacer clic en el botón con el icono de lupa al lado de la solicitud que se desea monitorear.		**Resultado Exitoso:** Se consultó el estado de la solicitud de materiales número 37 y se logró observar el detalle de cada estado tanto a nivel de solicitud como de línea de detalle.
		8. Verificar el estado de cada línea de detalle de la solicitud. Si se muestra con el estado “MATERIAL ENTREGADO” o “EN PROCESO”, haga clic sobre el hipervínculo para conocer más detalles sobre este estado.		
		9. Revisar la información sobre el estado para la línea de detalle seleccionada.		
Imágenes de los Resultados de la Prueba				
Se muestra el estado general “MATERIALES ENTREGADOS” para la solicitud 37, esto significa que los materiales fueron entregados al solicitante:				

MONITOREO DE MIS SOLICITUDES APROBADAS

BUSCAR POR SOLICITUD NO.: BUSCAR

PRIORIDAD Todos

ESTADO Todos

FECHA DE EMISIÓN

FECHA REQUERIDA

BUSCAR POR FECHAS/PRIORIDAD/ESTADOS

MOSTRAR SOLICITUD Página 1 de 2 Tamaño de Página 10 IR Total Registros: 18

CÓDIGO DE SOLICITUD	CENTRO DE COSTO	DEPARTAMENTO	PROYECTO	FECHA DE EMISIÓN	FECHA REQUERIDA	PRIORIDAD	COMENTARIO	ESTADO
37	PLANTA SEMPRO	EMPAQUE Y ESTIBA	No Aplica	17/04/2007 11:36 p.m.	17/04/07	Normal	Sin comentarios	MATERIALES ENTREGADOS
38	ADMINISTRACION MANAGUA	CONTABILIDAD	No Aplica	23/04/2007 02:05	23/04/07	Normal	Sin comentarios	APROBADO

Revisando los detalles de esta solicitud, se encontró que el estado por cada línea de detalle es "MATERIAL ENTREGADO", cada estado tiene un hipervínculo para conocer más detalles:

LINEA	ESTADO	ARTICULO	CANTIDAD SOLICITADA	JUSTIFICACION DE USO	CANTIDAD APROBADA PARA SOLICITAR	JUSTIFICACIÓN POR DIFERENCIA
1	MATERIAL ENTREGADO	*ARANDELA DE PRESION 3/16"	5.0000	No aplica	5.0000	No Aplica
2	MATERIAL ENTREGADO	* GOLOSO PUNTA PHILLIP 1/4" X 2" GALV.	2.0000	No aplica	2.0000	No Aplica

Al hacer clic en el hipervínculo para la línea 1 se observa que se generaron cinco Consumos de bodega, tres de los cuales fueron entregados al solicitante sumando las cinco unidades que se requerían para esta línea de detalle :

ESTADO DE LINEA DE SOLICITUD DE MATERIALES

SOLICITUD NO: 37

LÍNEA DE SOLICITUD: 1

ARTÍCULO: *ARANDELA DE PRESION 3/16" S.

CANTIDAD APROBADA A SOLICITAR: 5.0000 Unidad

CONSUMOS DE BODEGA EMITIDOS

EXPORTAR Página 1 de 1 Tamaño de Página 10

CONSUMO NO.	LINEA	CANTIDAD DEL CONSUMO	ESTADO
CSM-0000043	1	3.0000 Unidad	LINEA DEL CONSUMO ANULADA
CSM-0000044	1	3.0000 Unidad	LINEA DEL CONSUMO ANULADA
CSM-0000045	1	3.0000 Unidad	MATERIAL ENTREGADO
CSM-0000048	1	1.0000 Unidad	MATERIAL ENTREGADO
CSM-0000049	1	1.0000 Unidad	MATERIAL ENTREGADO

VII. Conclusiones

El Proceso de Solicitud de Materiales *Antes* de la Implantación del Solmat tenía un comportamiento sin control formal, mayormente manual y predominaba el exceso de carga de trabajo para el personal involucrado. Los empleados se quejaban de la lentitud e inexactitud al recibir sus productos en tiempo y forma, incluso de alteraciones en el orden de atención de las solicitudes. Esto provocó que la producción y otros procesos administrativos se atrasaran generando gastos innecesarios de recursos monetarios, tiempo y esfuerzo humano.

La Ingeniería de Requisitos es una actividad sistemática y fundamental para todo proyecto de desarrollo de software. La aplicación de esta teoría ayudó a establecer mecanismos para comprender y definir los requerimientos de Comasa, los cuales fueron precisados tomando en cuenta la situación actual del negocio, su visión, sus objetivos organizacionales y sus necesidades particulares. Bajo estos términos y con ayuda de metodologías de análisis y desarrollo de software que involucren el estudio de procesos, se pudo encontrar, diseñar e implantar la solución del problema existente en Comasa.

El resultado final de la aplicación de la Ingeniería de Requisitos fue el Documento de Especificaciones del Software (ERS) para el Sistema de Solicitud de Materiales (Solmat). Este documento constituye una guía importante en la que la empresa y el desarrollador establecen un acuerdo de lo que se debe cumplir para generar un sistema de información que verdaderamente apoye el control y la gestión ágil y eficiente del Proceso de Solicitud de Materiales.

De la misma manera, en el documento ERS, se estudia a fondo el proceso, tanto en su etapa actual sin el auxilio de un Sistema de Información, como en la futura, una vez que se haya implantado este sistema. Consecuentemente, se especifican los Requerimientos Funcionales y No Funcionales que son esenciales para la generación de la solución, pues definen tanto el comportamiento interno como el externo del Sistema de Solicitud de Materiales.

Por lo demás, la retroalimentación de los usuarios y el trabajo en conjunto con ellos fue imprescindible para crear requerimientos coherentes, precisos e integrales. Igualmente, fue relevante el empleo de modelos gráficos como lo son los diagramas de Casos de Uso y de Actividad proporcionados por la notación UML (Unified Modeling Language), para la correcta interpretación de los requerimientos de los usuarios y de los procesos pertinentes.

Del mismo modo, una vez completado el análisis de requerimientos del nuevo sistema, fue primordial la determinación de la viabilidad económica de su implantación. Mediante este estudio, se pudo comprobar que el Solmat es una *inversión factible de bajo presupuesto* (30% menor al costo de la inversión estimada) y de *bajo riesgo* para Comasa puesto que se recupera rápidamente en menos de 2 meses.

El retorno de la inversión (ROI) es del 613%, es decir, Comasa obtendrá esa proporción de beneficios por su inversión, tanto económicos como de valor agregado para el negocio; implícitamente, se podrá aumentar la producción en un 2.5% para obtener mayores ingresos y se reducirá en un 46.15% la carga de trabajo del personal mediante la agilización y la estandarización del Proceso de Solicitud de Materiales. Por lo tanto, la cantidad de solicitudes que podrán ser atendidas mensualmente aumentará en un 74%, lo que permitirá que las actividades administrativas y productivas puedan realizarse en menos tiempo debido a la disponibilidad casi inmediata de los materiales requeridos.

De la misma manera, la reutilización de los recursos tecnológicos disponibles en la empresa, tales como herramientas de desarrollo y plataformas de hardware y software, fue uno de los objetivos de esta inversión para no generar gastos adicionales para la empresa. Igualmente, no se requirió de la contratación de personal para la operación del nuevo sistema. Más bien, con el nuevo sistema el personal actual tendrá más tiempo para enfocarse en otras actividades más estratégicas, ya que el Proceso de Solicitud de Materiales estará prácticamente automatizado. Asimismo, se otorgó la posibilidad de que este sistema pueda ser reutilizado e implantado en otras empresas miembros del Grupo Comasa, las cuales también emplean el sistema Exactus para su operación y podrán obtener beneficios similares.

La adopción de una metodología de desarrollo, como es el Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD), en la que los clientes son íntegramente participativos de los resultados obtenidos durante el análisis y de la construcción del nuevo sistema, fue uno de los aspectos clave para el avance del proyecto. Las opiniones constantes y aprobaciones por parte de los usuarios permitieron que finalmente se obtuviera un producto de calidad orientado a resolver el problema actual de Comasa. Por otro lado, el uso de Herramientas Case y el empleo de componentes reutilizables se convirtieron en los pilares fundamentales para que el Solmat, siendo un sistema Orientado a Objetos, posea una arquitectura *sólida* y un código *libre de errores*.

La tendencia actual para muchas empresas, principalmente las internacionales, es destinar sus esfuerzos en migrar sus sistemas cliente/servidor a sistemas orientados para el Web, debido al gran potencial que se puede obtener en cuanto a mayor cobertura de usuarios clientes, facilidad en el mantenimiento de los sistemas, ahorro de costos de implantación, capacidad administrativa remota y la alta interoperabilidad en diferentes plataformas clientes. Términos como *Servicios Web*, *Arquitectura Orientada a Servicios*, *XML*, *Web 2.0*, *Ajax* y la misma *Integración de Sistemas*, se han convertido en tecnologías y paradigmas fundamentales para que las empresas puedan operar en línea y estén más sincronizadas con el mundo externo. Bajo estos esfuerzos, considerando el éxito y el valioso prestigio nacional e internacional de Comasa al ser líder número uno en la exportación de maní en Nicaragua, se recomendó que el Solmat fuese el primer sistema en su organización en estar orientado para Web. De esta manera, se sugirió que el nuevo sistema, siendo para entorno Web, haga uso de Ajax que es una tecnología y estándar actual ampliamente utilizado por sitios como los de Yahoo!® Inc. y Google® Inc., empresas mundiales líderes en tecnología informática. Mediante el uso de Ajax, se incrementa el nivel de interactividad con la aplicación de Solicitud de Materiales, haciendo de ésta un sistema amigable e intuitivo para el usuario.

Dentro del esfuerzo de desarrollo del Solmat para automatizar todas las fases del Proceso de Solicitud de Materiales, se requirió que el sistema fuera integrado al sistema Exactus. La integración fue un proceso arduo que involucró un profundo estudio de la funcionalidad de los módulos de Administración del Sistema, Compras y Control de Inventario del Exactus; mediante la lectura de documentación y el análisis de su

funcionamiento en vivo. Estas consideraciones, sirvieron de entrada para la aplicación de *Ingeniería de Reversa* a este sistema con el fin de poder obtener el modelo relacional que lo compone y las reglas del negocio que rigen cada uno de sus módulos. Esta información permitió que el Solmat se integrara a nivel de base de datos con el Exactus. La integración, aunque fue uno de los procesos más largos del desarrollo, fue completamente exitosa. En definitiva, el tiempo invertido en el análisis y el desarrollo del Solmat fue de cuatro meses y veinte días (4.67 meses), un poco más de lo pronosticado inicialmente en la programación de la duración del proyecto (4.17 meses).

Finalmente, fue ineludible la aplicación de Pruebas de Aceptación al Solmat. Estas pruebas fueron ejecutadas con *datos reales* por los usuarios finales con el fin de evaluar la satisfacción de los Requerimientos Funcionales y No Funcionales propuestos en el Documento de Especificaciones del Software (ERS). Las pruebas que se aplicaron al sistema cubrieron todas las funciones relevantes para cada fase del Proceso de Solicitud de Materiales, incluyendo el monitoreo del estado de las solicitudes; asimismo, se evaluaron características externas tales como seguridad de la información, documentación, diseño de interfaces, interoperabilidad, plataforma de hardware y software, mantenimiento y atributos de calidad. Como resultado, las pruebas fueron positivas y el personal quedo satisfecho que el nuevo sistema cumpliera con las necesidades propuestas.

Conjuntamente, ante el éxito del proyecto de desarrollo de la aplicación Web de Solicitud de Materiales (Solmat), es necesario que Comasa tome en cuenta las recomendaciones proporcionadas por esta investigación, considerando que este sistema además de mejorar y hacer posible la gestión y el control efectivo del Proceso de Solicitud de Materiales, proporcionará beneficios sustanciales para el crecimiento de la empresa después de su implantación.

VIII. Recomendaciones

- Se recomienda a Comasa la implantación del Sistema de Solicitud de Materiales (Solmat), bajo las características y condiciones descritas a continuación:

    - Reestructurar las políticas que rigen el Proceso de Solicitud de Materiales para evitar prácticas obsoletas, tales como:

        - Emisión y autorización manual de solicitudes de materiales.
        - Demoras en el monitoreo del seguimiento de las solicitudes mediante teléfono o correo electrónico.
        - Elaboración de registros del seguimiento de las solicitudes de forma manual.
        - Adquisición de papelería para formatos pre-impresos de solicitudes.
        - Lentitud en la atención de las solicitudes debido a la gran carga de trabajo de los Responsables del Departamento de Bodega y Compras.
        - Descripción ambigua de los artículos solicitados.
        - Falta de priorización en la atención de materiales solicitados por proyectos internos y/o por los procesos de fabricación.

    - Eliminar información redundante o duplicada en la base de datos del inventario. Corregir las descripciones de los productos y sus unidades de medida correspondientes; de manera que sea fácil buscar y encontrar los productos requeridos, sin necesidad de contactar a los responsables de bodegas.

    - Utilizar la misma plataforma de software y hardware presente en la organización, considerando los requisitos planteados en el Manual de Usuario del Solmat, para lo cual se recomienda su estudio. Sin embargo, se sugiere:

        - En caso de alojar más de una aplicación Web en el mismo Servidor del Solmat, se debería instalar servicios de balanceo de carga para optimizar la asignación de los recursos demandados por las aplicaciones.

- Aumentar la capacidad de almacenamiento de la base de datos, ya que actualmente sólo cuentan con 500 GB. Se sugiere aumentar al menos a 1 TB.
- Adicionalmente, se debe considerar la instalación de servidores de respaldo para todos los sistemas. Una buena práctica es implantar Servidores de Almacenamiento de Red (NAS), los cuales poseen servicios de respaldo programado para todos los equipos y servidores.

- Se recomienda la implantación del Solmat debido a que cumple con los siguientes requerimientos:

  - Requerimientos Funcionales sobre:

    - Fase de Emisión de Solicitudes.
    - Fase de Autorización de Solicitudes.
    - Fase de Provisión de Materiales.
    - Fase de Recepción de Materiales.
    - Monitoreo del Proceso de Solicitud de Materiales.
    - Integración el Sistema Exactus Impulso.
    - Búsqueda y Ordenamiento de Información.
    - Reportes

  - Requerimientos No Funcionales de:

    - Seguridad de la información.
    - Documentación.
    - Diseño de Interfaces.
    - Interoperabilidad.
    - Plataforma de Hardware y Software.
    - Mantenimiento del Sistema.

El Solmat, una vez implantado, generará los siguientes beneficios:

- Reducción de la *carga de trabajo* y *honorarios* del personal involucrado en el Proceso de Solicitud de Materiales. Anteriormente, el personal estaba involucrado en veintiséis actividades distintas; con el Solmat implantado, únicamente llevarán a cabo catorce actividades. El ahorro en honorarios será de US $4, 647.37 anuales.
- Ahorro de alrededor US $ 3, 188.10 anuales en *papelería* de formatos pre-impresos.
- Eliminación de Honorarios por US $5, 142.13 anuales para el personal del Departamento de Bodega y Compras en la elaboración del "Reporte de Provisión y Recepción de Materiales".
- Mayor disponibilidad de materiales para los Proyectos de la empresa. Esto propiciará que Comasa ahorre US $ 8, 000.00 anuales en gastos adicionales para poder consumar los proyectos.
- Aumento en un 2.5% de la *producción* de maní, debido a la agilización en la atención de solicitudes de materiales que contienen insumos para el proceso productivo. Esto permitirá ingresos mensuales de hasta US $ 172, 800.00
- Aumento en la capacidad de atención de solicitudes de materiales. Previamente se atendían 34 solicitudes mensuales, con el Solmat se atenderán 131 al mes.
- Anteriormente, el Proceso de Solicitud de Materiales estaba comprendido de veintiocho subprocesos y solamente diez de ellos eran automatizados. Mediante la implantación del Solmat, éste proceso estará comprendido de veinte subprocesos, de los cuales quince serán automatizados.
- Mayor disponibilidad de tiempo del personal del Departamento de Bodega y Compras para enfocarse en sus labores centrales, al reducirse significativamente la necesidad de atender a los usuarios para ofrecer seguimiento de sus solicitudes.
- Eliminación de la redundancia de las descripciones de los materiales solicitados gracias al uso de una base de datos relacional normalizada.
- Posibilidad de evaluar el rendimiento del personal del Departamento de Bodega y Compras en cuanto a la agilidad de la atención de las solicitudes de materiales, procurada por la existencia en el sistema de indicadores del tiempo que toma cada fase del proceso.

- Mayor transparencia en la auditoria de las transacciones contables, puesto que el Solmat permitirá mostrar la solicitud de materiales que originó cualquier compra o salida de bodega.

- Se sugiere que el personal actual sea el mismo en ejecutar el nuevo Sistema de Solicitud de Materiales, puesto que está de acuerdo a las necesidades presentadas en el estudio; así como, asegurar capacitación constante con información actualizada acerca de su utilización. Para ésta tarea y para otras tareas similares para otros sistemas, se sugiere la creación de un Departamento de Capacitación al personal.

- Una vez implantado el Solmat y puesto en producción, se recomienda la elaboración periódica de estudios estadísticos para evaluar todo el Proceso de Solicitud de Materiales y analizar indicadores, tales como:

    - Duración de la fase de emisión y autorización de solicitudes y las fases de provisión y recepción de materiales.

    - Tiempos de respuesta del personal del Departamento de Compras y Bodega en cuanto a la atención de solicitudes.

    - Evaluación de Proveedores acerca del tiempo de entrega según los datos históricos que generará el Solmat para solicitudes relacionadas con compras.

- Comasa regularmente atraviesa periodos de auditoría por instituciones internacionales y nacionales. Es recomendable que se considere al Solmat como una herramienta de apoyo, para justificar todo tipo de transacciones de entrada y salida de inventario, que hayan sido gestionadas por solicitudes de materiales.

- Se recomienda formalizar *políticas de presupuesto* para todas las unidades organizacionales para el control de gastos. Una vez creadas las políticas, es elemental que el Solmat se integre con el presupuesto de cada unidad para que las solicitudes de materiales sean reguladas por los presupuestos asignados.

- En caso de que Comasa considere el desarrollo de otros sistemas, se recomienda la elaboración de análisis costo-beneficio, para conocer la rentabilidad de las distintas soluciones y los beneficios que aportarán a la empresa. Es importante que estos estudios al menos destaquen información sobre los siguientes aspectos: Tasa de Rendimiento de Capital Interno (ROI), Periodo de Reembolso y Valor Presente Neto. Conjuntamente, siempre será necesario un estudio a fondo de los procesos del negocio y como éstos se pueden mejorar o estandarizar.

  Por otro lado, es importante reconocer que cualquier solución informática que adopte Comasa, deberá considerar que el aspecto más importante es la distancia entre sus oficinas/plantas ubicadas en Managua y en Chinandega. Cuando los usuarios están muy distantes y existe una intranet, es recomendable desarrollar sistemas bajo entorno Web para reducir costos de implantación y configuración.

- Finalmente, se sugiere la instalación de un Sistema de Ayuda en Línea (también denominado HelpDesk) en la empresa; con esto, los usuarios podrán ser atendidos de manera personalizada por el Departamento de Informática. Al existir varios sistemas, es común que los usuarios constantemente tengan algún problema técnico. Este sistema facilitará la atención a cualquier tipo de problema que surja.

Por todo lo antes mencionado, se puede afirmar sin duda, que la decisión de implantar el Sistema de Solicitud de Materiales en Comasa, conforma un avance muy importante para que esta empresa siga creciendo y generando un impacto positivo en el desarrollo de la economía nacional.

ANEXOS

Tabla de contenido

Anexo A: Documento de Especificación de Requerimientos del Software (ERS) para el Sistema de Solicitud de Materiales (Solmat)

Anexo B: Manual de Instalación y Configuración del Sistema de Solicitud de Materiales (Solmat)

Anexo C: Reporte de Provisión y Recepción de Materiales (elaborado manualmente)

Anexo D: Reporte de Provisión y Recepción de Materiales (generado por el Solmat)

Reporte de Solicitudes de Materiales Completadas

Fecha Inicial: 01/02/2007

Fecha Final: 30/06/2007

Mostrar Reporte

MSG_EVAL

Página 1 of 4

Comasa
Comercializadora de Maní, S. A.

Reporte de Solicitudes de Materiales Completadas

Periodo desde 17/04/2007 hasta 08/06/2007

No. de Solicitud	Línea	Código	Artículo	Fecha Aprobación Solicitud	Fecha Elaboración Requerimiento	No. Orden de Compra	Fecha Aprobación Orden de Compra	Fecha Entrada a Bodega	Fecha de Consumo	Entrada a Planta	Estado Consumo	Total de días
37	1	S7086	*ARANDELA DE PRESION 3/16"	17/04/2007 11:38:39 p.m.					18/04/2007 12:48:39 a.m.	22/05/2007	MATERIAL ENTREGADO	34
37	1	S7086	*ARANDELA DE PRESION 3/16"	17/04/2007 11:38:39 p.m.					18/04/2007 01:10:16 a.m.	20/05/2007 02:46:00 p.m.	MATERIAL ENTREGADO	32

Anexo E: Índice de Tablas

Anexo F: Índice de Figuras

Anexo G: Marco Lógico

Tema:	Desarrollo de Aplicaciones Web basadas en arquitectura de N-Capas, utilizando Herramientas Case y Ajax, e Integración con el Sistema Exactus Impulso.
Título:	"Desarrollo de una Aplicación Web basada en arquitectura de N-Capas, utilizando Herramientas Case y Ajax, e integración con el Sistema Exactus Impulso para el proceso de Solicitud de Materiales en la empresa Comercializadora de Maní, S.A. (COMASA)."
Objetivo General:	Desarrollar una aplicación Web integrada con el Sistema Exactus Impulso para la gestión y el control efectivo del proceso de solicitud de materiales en la empresa Comercializadora de Maní, S.A. (COMASA).

Objetivos Específicos	Herramientas	Marco Teórico	Actividades	Indicadores	Cronograma	Hito	Recursos
1. Determinar los requerimientos para el desarrollo de la aplicación Web mediante el análisis del proceso actual de solicitud de materiales y su interacción con el Sistema Exactus Impulso.	✓ Entrevista semi-estructurada. ✓ Encuesta estructurada. ✓ Diagrama de casos de uso. ✓ Diagrama de actividad y de carril.	-Entrevista: es una herramienta de recopilación de datos que se realiza en primera persona entre el investigador y el entrevistado. En la entrevista semi-estructurada, el entrevistador deja en libertad de expresión al entrevistado para que proporcione sus ideas con amplitud. -Encuesta: método de de recogida de datos por medio de preguntas, cuyas respuestas se obtienen en forma escrita u oral, para estudiar determinados hechos o fenómenos por medio de lo que los sujetos expresan sobre ellos. En la encuesta estructurada se sigue un esquema de preguntas con el objeto de obtener determinada información. -Diagrama de casos de	-Elaborar instrumentos de recopilación de información. -Aplicar entrevista y encuesta para conocer el funcionamiento y las oportunidades de mejora del proceso de solicitud de materiales. -Elaborar diagramas de casos de uso y de actividad para establecer el alcance de la aplicación. -Elaborar Documento de Especificaciones de Requerimientos del Sistema (ERS) para la aplicación Web.	- Nombre de cada fase del proceso. - Tiempo invertido en cada fase del proceso. - Precisión de la información en cada fase del proceso. - Automatización del Sistema Exactus Impulso en cada fase. - Consumo de Transporte (Combustible). - Consumo de Papelería. - Requerimientos del Usuario. - Requerimientos del Administrador del Sistema. - Adaptabilidad - Disponibilidad - Interoperabilidad - Mantenimiento - Portabilidad. - Reusabilidad. - Robustez. - Desempeño. - Seguridad.	5 de marzo del 2007. al 10 de abril del 2007.	✓ Documento de Especificaciones de los Requerimientos de la aplicación Web de Solicitud de Materiales (ERS).	✓ Computadora. ✓ Vehículo. ✓ Correo electrónico. ✓ Internet.

		uso: muestra las distintas operaciones que se esperan de una aplicación o sistema y cómo se relaciona con su entorno (usuarios u otras aplicaciones). -Diagrama de Actividad y de carril: es un diagrama de flujo de procesos que se usa para modelar el comportamiento del sistema. Este tipo de diagrama tiene la capacidad para modelar procesos que se ejecuten en paralelo. El diagrama de actividad puede dar detalle a un caso de uso.		- Usabilidad. - Comprensibilidad. - Eficiencia - Plataforma - Documentación			

Objetivos Específicos	Herramientas	Marco Teórico	Actividades	Indicadores	Cronograma	Hito	Recursos
2. Realizar un análisis costo-beneficio, considerando los recursos económicos y tecnológicos disponibles en el negocio, para determinar la viabilidad económica de la implantación de la aplicación Web de Solicitud de Materiales.	✓ Entrevista estructurada ✓ Análisis Costo-Beneficio	-Entrevista: es una herramienta de recopilación de datos que se realiza en primera persona entre el investigador y el entrevistado. En la entrevista estructurada, el entrevistador sigue un esquema de preguntas con el objeto de obtener determinada información. -Análisis Costo-Beneficio: tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de los costos en que se incurren en la realización de un proyecto informático, y a su vez comparar dichos costos previstos con los beneficios esperados de la realización de dicho proyecto.	-Elaborar instrumentos de recopilación de información. -Aplicar entrevista a personal relevante para conocer los recursos económicos y tecnológicos disponibles para el desarrollo de la aplicación Web de Solicitud de Materiales. -Determinar los requisitos para el desarrollo de la aplicación Web considerando los recursos disponibles. -Elaborar un análisis costo-beneficio para determinar la viabilidad económica del desarrollo e implementación de la aplicación Web.	- Herramientas de desarrollo disponibles. - Componentes reutilizables disponibles. - Almacenamiento de datos disponible. - Herramientas Case disponibles. - Metodología de desarrollo de software adoptada por la empresa. - Infraestructura de Comunicaciones y Conectividad disponible. - Equipos de Computación para el Procesamiento de Datos disponible. - Techo para la inversión. - Recursos de Hardware requeridos por la aplicación Web. - Recursos de software	11 de abril del 2007. Al 9 de mayo del 2007.	✓ Análisis Costo-Beneficio de la implantación de la aplicación Web de Solicitud de Materiales.	✓ Computadora. ✓ Vehículo. ✓ Correo electrónico. ✓ Documento de Especificaciones de los Requerimientos de la aplicación Web de Solicitud de Materiales (ERS).

				requeridos por la aplicación Web. - Costo monetario del Desarrollo de la aplicación Web. - Optimización de los recursos utilizados en el proceso de Solicitud de Materiales. - Nivel de automatización suministrado por la aplicación Web dentro del proceso. - Reusabilidad de la aplicación Web en empresas del Grupo Comasa.			

Objetivos Específicos	Herramientas	Marco Teórico	Actividades	Indicadores	Cronograma	Hito	Recursos
3. Desarrollar una aplicación Web basada en arquitectura de N-Capas, haciendo uso de Herramientas Case y Ajax, e integrada con el Sistema Exactus Impulso; que permita gestionar y controlar de manera efectiva el proceso de solicitud de materiales en la empresa.	✓ Diagramas Entidad-Relación. ✓ Herramientas Case.	-Diagramas Entidad-Relación: son una herramienta para el modelado de datos de un sistema de información. Estos modelos expresan entidades relevantes para un sistema de información, sus interrelaciones y propiedades. -Herramientas Case: aplicaciones informáticas destinadas a aumentar la productividad en el desarrollo de software reduciendo el coste de las mismas en términos de tiempo y de dinero. Estas aplicaciones ayudan en todos los aspectos del ciclo de vida de desarrollo del software en tareas como realizar un diseño de las interfaces, implementación de parte del código automáticamente con el diseño dado, compilación automática,	-Elaborar el diagrama de entidad-relación para la aplicación Web. -Utilizar Herramientas Case para el diseño y la generación de código de la aplicación Web. -Realizar las modificaciones pertinentes al código de la aplicación para ajustarse a las reglas del negocio. -Desarrollar la aplicación Web integrándola con el Sistema Exactus Impulso. -Redactar Manual de Instalación. -Elaborar tutoriales interactivos y estáticos para el uso de la aplicación Web.	- Presencia de Arquitectura de N-Capas - Tipo de integración con el Sistema Exactus Impulso. - Presencia de Ajax. - Presencia de Documentación.	10 de mayo del 2007. al 1 de septiembre del 2007.	✓ Aplicación Web de Solicitud de Materiales desarrollada. ✓ Tutoriales interactivos y escritos. ✓ Manual de Instalación.	✓ Documento de Especificaciones de los Requerimientos de la aplicación Web de Solicitud de Materiales (ERS). ✓ Servidor Web. ✓ Servidor con el Sistema Exactus Impulso ejecutándose. ✓ Internet.

		documentación o detección de errores entre otras.					

Objetivos Específicos	Herramientas	Marco Teórico	Actividades	Indicadores	Cronograma	Hito	Recursos
4. Efectuar pruebas de aceptación con la aplicación Web de Solicitud de Materiales, con el objeto de validar los requerimientos de los usuarios.	✓ Herramientas de Automatización de Pruebas de Software ✓ Matriz de validación de requerimientos. ✓ Entrevista	-Herramientas de automatización de pruebas del software: es el uso de software: sirven para controlar la ejecución de pruebas sobre el software desarrollado, para comparar de las salidas resultantes con las esperadas, para configurar condiciones de pruebas y para obtener reportes de las pruebas realizadas. -Matriz de validación de requerimientos: resume la información obtenida de las pruebas ejecutadas con un sistema de información para determinar su cumplimiento con los requerimientos de los usuarios.	-Redactar los casos de prueba para la aplicación Web de Solicitud de Materiales tomando en cuenta los requerimientos funcionales propuestos. -Ejecutar las pruebas del sistema según los casos de prueba establecidos. -Entrevistar a personal de Departamento de Informática para determinar el nivel de satisfacción de los requerimientos no funcionales de la aplicación Web de Solicitud de Materiales. Procesar la información obtenida de los resultados de las pruebas mediante una matriz de validación de los requerimientos	- Satisfacción de Requerimientos Funcionales y No Funcionales.	2 de septiembre del 2007 al 5 de octubre del 2007.	✓ Resultados sobre la validación de los requerimientos de los usuarios según pruebas ejecutadas con la aplicación Web utilizando datos reales. ✓ Resultados sobre la satisfacción de los requerimientos no funcionales del Solmat según el Departamento de Informática y el desarrollador.	✓ Documento de Especificaciones de los Requerimientos de la aplicación Web de Solicitud de Materiales (ERS). ✓ Aplicación Web de Solicitud de Materiales. ✓ Computadora. ✓ Correo electrónico.

Bibliografía

[AMBLER2000] AMBLER, Scott. *Patrones de la Ingeniería de Requisito*s. Revista de Desarrollo de Software Online: mayo del 2000.

[BRA94] BRADAC, M., D Perry y L. VOTTA. *Prototyping a Process Monitoring Experiment*. IEEE Trans. Software Engineering, volumen 20, número 10: octubre de 1994, pp. 774-784.

[CIOC99] Chief Information Officers Council (CIOC). ROI and The Value Puzzle. USA: CIOC, 1999

[EIA632] Electronic Industry Association (EIA), *Interim Standard 632 – Systems Engineering;* USA: EIA. Sept. 20, 1994

[GREMB01] GREMBERGEN Van, Wim. *Information Techonology Evaluation Methods & Management,* Philadelphia: Idea Group Publishing, 2001

[HAN95] HANNA, M., *Farewell to Waterfalls*. Revista Software Magazine: mayo de 1995 pp. 38-46

[HUNT00] HUNT, John. *The Unified Process for Practitioners, Object-Oriented Design, UML and Java.* London.: Springer-Verlag, 2000

[JAZAYERI00] JAZAYERI, Mehi et al. *Software Architecture for Product Families: Principles and Practice*. USA.: Addison Wesley Longman, 2000.

[KER94] KERR, J. y R. HUNTER. *Inside RAD.* McGraw-Hill, 1991.

[MCNURLIN2002] MCNURLIN C. Barbara, SPRAGUE H Ralph Jr. *Information Systems Management in Practice*. Quinta Edición. Prentice Hall. 2002.

[PRESSMAN2002] PRESSMAN, Roger. *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico* Quinta Edición. Madrid.: Prentice Hall 2002.

[PRESSMAN2006] PRESSMAN, Roger. *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico* Sexta Edición. Madrid.: Prentice Hall 2006.

[PRESSMAN97] PRESSMAN, Roger. *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico* Cuarta Edición. Madrid.: Prentice Hall 1997.

[SCHACH2006] SCHACH R. Stephen. *Ingeniería de Software Clásica y Orientada a Objetos*. Sexta Edición. McGraw-Hill, 2006.

[SECGA2003] SECO Antonio, Gallego Juan José, Lafuente Emilio, Guzmán Javier, Sánchez Luis, Fernández Paloma, Segura Ma. Isablel. *Análisis y Diseño Estructurado y Orientado a Objetos de Sistemas*

Informáticos. McGraw-Hill, 2003

[THA97] THAYER Richard H. y Dorfman Merlin 1997. *Software Requirements Engineering, 2nd Edition.* IEEE Computer Society Press.

[USAF2000] Departamento de la USAF. *Guía para la Adquisición y Administración de Sistemas Intensivos de Software (Tr)*. USA: Centro de Soporte de Tecnologías de Software. 2000

Referencias Web:

- *Ajax:*
  - http://es.wikipedia.org/wiki/AJAX®
  - [JAMESGARRET2005]: GARRETT Jesse James. *Ajax: A New Approach to Web Applications.* Febrero 18 del 2005. http://adaptivepath.com/publications/essays/archives/000385.php

- *Aplicación Web:*
  - http://es.wikipedia.org/wiki/Aplicaci%C3%B3n_web

- *Arquitectura Multicapas (N-Capas):*
  - [CHARTIER]: CHARTIER Robert. *Application Architecture: An N-Tier Approach - Part 1*. http://www.15seconds.com/issue/011023.htm
  - [YANG2001]: YANG James. *Boosting Your .NET Application Performance - What is n-Tier Architecture?* 2001. http://www.developerfusion.co.uk/show/3058/2/

- *Diagrama Entidad-Relación:*
  - [PERISSÉ2001]: PERISSÉ Marcelo Claudio. Proyecto Informático Una Metodologías Simplificada. Febrero del 2001. http://cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/proyectoinformatico/libro/c4/c4.htm

- *Herramientas CASE:*
  - http://es.wikipedia.org/wiki/Herramienta_CASE

- *Integración de Sistemas Informáticos :*
  - http://web.jet.es/amozarrain/sistemas_gestion.htm

- *Pruebas de Aceptación del Software:*
  - http://es.wikipedia.org/wiki/Pruebas_de_software
  - http://en.wikipedia.org/wiki/Acceptance_testing

- *Requerimientos Funcionales:*
  - http://es.wikipedia.org/wiki/Requerimiento_funcional

- *Requerimientos No Funcionales:*
  - http://es.wikipedia.org/wiki/Requerimiento_no_funcional